



№22 2021

**Annali d'Italia**

**VOL. 1**

ISSN 3572-2436

*Annali d'Italia (Italy's scientific journal) is a peer-reviewed European journal covering top themes and problems in various fields of science.*

*The journal offers authors the opportunity to make their research accessible to everyone, opening their work to a wider audience.*

**Chief editor:** Cecilia Di Giovanni

**Managing editor:** Giorgio Bini

- Hoch Andreas MD, Ph.D, Professor Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy (Munich, Germany)
- Nelson Barnard Ph.D (Historical Sciences), Professor (Malmö, Sweden)
- Roberto Lucia Ph.D (Biological Sciences), Department Molecular Biology and Biotechnology (Florence, Italy)
- Havlíčková Tereza Ph.D (Technical Science), Professor, Faculty of Mechatronics and Interdisciplinary Engineering Studies (Liberec, Czech Republic)
- Testa Vito Ph.D, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods (Rome, Italy)
- Koshelev Andrey Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Faculty of Philology and Journalism (Kiev, Ukraine)
- Nikonov Petr Doctor of Law, Professor, Department of Criminal Law (Moscow, Russia)
- Bonnet Nathalie Ph.D (Pedagogical Sciences), Faculty of Education and Psychology (Lille, France)
- Rubio David Ph.D, Professor, Department of Philosophy and History (Barcelona, Spain)
- Dziejcz Stanisław Ph.D, Professor, Faculty of Social Sciences (Warsaw, Poland)
- Hauer Bertold Ph.D (Economics), Professor, Department of Economics (Salzburg, Austria)
- Szczepańska Janina Ph.D, Department of Chemistry (Wrocław, Poland)
- Fomichev Vladimir Candidate of Pharmaceutical Sciences, Department of Clinical Pharmacy and Clinical Pharmacology (Vinnytsia, Ukraine)
- Tkachenko Oleg Doctor of Psychology, Associate Professor (Kiev, Ukraine)

and other experts

500 copies

Annali d'Italia

50134, Via Carlo Pisacane, 10, Florence, Italy

email: [info@anditalia.com](mailto:info@anditalia.com)

site: <https://www.anditalia.com/>

# CONTENT

## CHEMICAL SCIENCES

<b>Ibragimov A., Amirova T., Ibrokhimov A.</b> CHEMICAL COMPOSITION OF FERGANA SHEEP WOOL .....	3
---	---

## MEDICAL SCIENCES

<b>Khabibyanov R.Ya., Maleev M.V.</b> SYNDROME OF THE PERSONAL MUSCLE. INTRAOPERATIVE PREVENTION IN TREATMENT OF OLD FRACTURES OF THE HINDER COLUMN OF THE VERTICAL COLUMN .....	7
<b>Khabibyanov R.Ya., Maleev M.V.</b> A VARIANT OF APPROACH TO SURGICAL PELVIC RING RECOVERY IN BLADDER EXTROPHY .....	11
<b>Khabibyanov R.Ya., Maleev M.V.</b> SYSTEM OF PROVIDING MEDICAL CARE FOR VICTIMS WITH PELVIC RING INJURIES AND HOSPITAL FRACTURES IN THE REGION (REPUBLIC OF TATARSTAN) .....	16
<b>Zaslavskaya R.M., Kelimberdiyeva E.S., Tejblum M.M.</b> INFLUENCE OF MELATONIN ON OXYDATIVE STRESS AND ANTIOXIDATIVE DEFENSE IN ISCHEMIC HEART DISEASE .....	27
<b>Zaslavskaya R.M., Kelimberdiyeva E.S., Tejblum M.M.</b> CHRONOTHERAPY WITH TAKING INTO ACCOUNT TIME-DEPENDENT EFFECT OF BETAPRESSIN IN PATIENTS SUFFERING FROM HYPERTENSIVE DISEASE STAGE 2 .....	33

## PHYSICAL SCIENCES

<b>Antonov A.A.</b> SPECIAL THEORY OF RELATIVITY TAUGHT IN ALL PHYSICS TEXTBOOKS IS INCORRECT .....	39
---	----

## TECHNICAL SCIENCES

<b>Dolaeva Z., Adzhieva D.</b> ISSUES OF ENERGY SAVING AND ENVIRONMENTAL CONTROL IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY .....	45
<b>Krasnov A.N., Prakhova M.Y., Galimov A.N.</b> TEMPERATURE MEASUREMENT IN AIR COOLING DEVICES .....	47
<b>Krasnov A.N., Prakhova M.Y., Galimov A.N.</b> SIMULATION OF TEMPERATURE FIELD IN AIR COOLING DEVICES .....	51

# CHEMICAL SCIENCES

## CHEMICAL COMPOSITION OF FERGANA SHEEP WOOL

**Ibragimov A.,**

*Doctor of Chemistry, professor, Department of chemistry,  
Fergana State University, Uzbekistan, Fergana*

**Amirova T.,**

*Doctoral student, Department of chemistry,  
Fergana State University, Uzbekistan, Fergana*

**Ibrokhimov A.**

*Student, Fergana State University, Uzbekistan, Fergana*

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ШЕРСТИ ФЕРГАНСКИХ ОВЕЦ

**Ибрагимов А.А.**

*д-р хим. наук, профессор кафедры химии  
Ферганского государственного университета,  
Узбекистан, г. Фергана;*

**Амирова Т.Ш.**

*Докторант кафедры химии Ферганского государственного университета,  
Узбекистан, г. Фергана*

**Иброхимов А.А.**

*студент Ферганского государственного университета,  
Узбекистан, г. Фергана*

### Abstract

The article presents the results of the experimental determination of the chemical composition of the wool of Fergana sheep, used to obtain various fabrics. As a result of physicochemical analysis, the ash content and the percentage of nitrogen and protein were determined. The elemental composition was determined on an ICP-MS AT 7500 instrument.

### Аннотация

В статье приведены результаты экспериментального определения химического состава шерсти Ферганских овец, используемой для получения различных тканей. В результате физико-химического анализа определена зольность и процентное содержание азота и белка. Элементный состав определяли на приборе ICP-MS AT 7500.

**Keywords:** wool, ash content, nitrogen, total protein, macro- and microelements, inductively coupled plasma mass spectrometer.

**Ключевые слова:** шерсть, зольность, азот, суммарный белок, макро- и микроэлементы, масс-спектрометр с индукционно-связанной плазмой.

В Узбекистане широко развито овцеводство, поскольку мясо баранины является одним из наиболее употребляемых населением продуктов животноводства. Есть фирмы, производящие пряжу и ткани из овечьей шерсти.

Ранее нами опубликованы результаты работы по сертификации тканей на основе их химического состава [1], а также материалы по окрашиванию шёлковой пряжи натуральными красителями [2] и её химическому составу [3]. В данной работе приведены результаты исследования образцов шерсти овец, представленной Маргиланской фабрикой по производству натуральных тканей, Ферганской области Узбекистана. Определена зольность, количество белка, минеральный состав.

Шерстяные ткани достаточно широко используются для пошива одежды и в других целях. Обладают высокими термоизолирующими свойствами. Шерсть получают путём стрижки овец и других животных. Шерстяные волокна в основном

состоят из белков группы кератинов. От других белков кератины отличаются повышенным содержанием серы - 3-5%, главным образом за счёт аминокислоты цистеина. С серой в определенной степени связаны технологические свойства шерсти. С увеличением содержания серы в шерсти улучшаются ее прядильные свойства, повышается прочность шерстяных волокон. Кератин шерсти представлен двумя его разновидностями: кератин А и кератин С. Кератин А образует вещество чешуйчатого слоя, а кератин С - коркового и сердцевинного слоев. Минеральный состав шерсти зависит от многих факторов, таких как состав почвы и выращиваемой на ней кормовой культуры, состав разнотравья пастбищ и др. [4]

*Экспериментальная часть.* Определение зольности. Анализ проводили традиционным методом [5] в двукратной повторности. В работе использованы аналитические весы, муфельная печь, эксикатор. Определение зольности проводили пу-

тем сжигания навески в муфеле при температуре 600-800<sup>0</sup> С в течение 2-3 часов до исчезновения в золе органических веществ, в виде черных частиц.

Количественное определение белка. Определение содержания белка в шерсти проводили стандартным методом [5]. Из полученного гомогената отбирали аликвотную часть в термостойкую колбу, добавляли концентрированную серную кислоту; после термической обработки и охлаждения переносили в мерную колбу вместимостью 50 мл. Из мерной колбы, после минерализации, для определения содержания белка по азоту, отбирали аликвоту, в зависимости от предполагаемого содержания белка. Растворы колориметрировали на электро-фотоколориметре КФК-3 [5].

Определение минерального состава. Эксперимент проводили на масс-спектрометре с индукционно-связанной плазмой марки ICP-MS AT 7500. Анализ проводили с двукратным повторени-

ем. В термостойкие колбочки отбирали навески золы массой по 0,1г., приливали по 30 мл концентрированной азотной кислоты и разлагали при кипячении на плитке в течении 30 мин до получения прозрачного раствора. Затем полученные растворы фильтровали в мерные колбы объемом 100 мл, доводили дистиллированной водой до метки. Подготовленные таким образом пробы анализировали в режиме полуколичественного анализа «Semiquant». Параметры прибора: мощность плазмы 1200 Вт, время интегрирования 0,1 сек. Калибровка прибора и количественный расчет проводились на основании мультиэлементного калибровочного стандарта фирмы “Agilent Technologist”, 22 элемента [6,7,8].

*Обсуждение результатов.* Результаты физико-химического анализа шерстяной нити приведены ниже.

Таблица 1.

Результаты физико-химического анализа шерсти

№	Наименование	Зольность, %	Азот, %	Белок, %
1	Шерсть	2,88	13,0	81,8

Зольность шерсти значительно выше таковой шёлка [3], что является естественным вследствие более сложного химического состава шерсти.

В таблице 2 приведены результаты количественного определения 26 элементов. Порядок расположения по возрастанию атомной массы элемента.

Таблица 2.

Минеральный состав шерсти, мкг/г

№ п/п*	элемент	количество	№ п/п*	элемент	количество
1(11)	Na	1,83	14(28)	Ni	0,0109
2(12)	Mg	0,67	15(29)	Cu	0,0327
3(13)	Al	0,081	16(30)	Zn	0,0379
4(15)	P	3,79	17(33)	As	0,0026
5(16)	S	1,308	18(34)	Se	0,0432
6(19)	K	1,007	19(42)	Mo	0,0029
7(20)	Ca	1,439	20(50)	Sn	0,379
8(22)	Ti	0,017	21(51)	Sb	0,00026
9(23)	V	0,00046	22(53)	J	0,0065
10(24)	Cr	0,0209	23(56)	Ba	0,0157
11(25)	Mn	0,0096	24(80)	Hg	0,000929
12(26)	Fe	0,484	25(82)	Pb	0,0013
13(27)	Co	0,00038	26(83)	Bi	0,0023

\*В скобках – порядковый номер элемента в таблице Менделеева.

Анализ полученных данных по элементам, приведённым в таблице 2 и на диаграммах (Рис.1,2), показывает, что в наибольшем количестве содержатся фосфор, натрий, кальций, сера, калий, магний, железо. Среди микроэлементов (Рис.2) преобладают алюминий, селен, цинк, медь, хром, барий, титан, никель, марганец, йод, молибден, висмут, мышьяк. Все эти элементы в очень незначительных количествах. Корм овец может быть разнообразным, но в нашем регионе в основном используется кормовая кукуруза. Интересно

сравнить содержание главных по количеству элементов в шерстяной нити и кукурузе: железо 213 мкг/г, марганец 54 мкг/г, цинк 29 мкг/г, медь 7 мкг/г, молибден – 0,6 мкг/г (усреднённые данные по [9]). Сравнение с величинами таблицы 2 показывает, что из растения в шерсть переходит только небольшая часть элементов: железа, цинка, меди, молибдена – тысячные доли, марганца – десятитысячные доли.

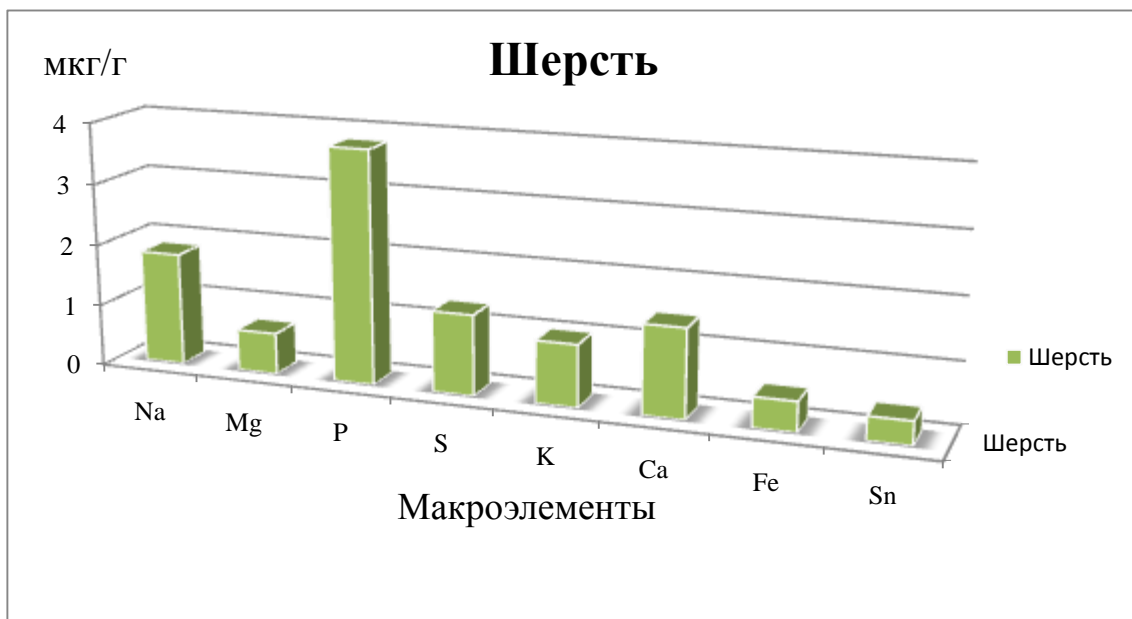


Рис.1. Диаграмма содержания макроэлементов в шерсти.

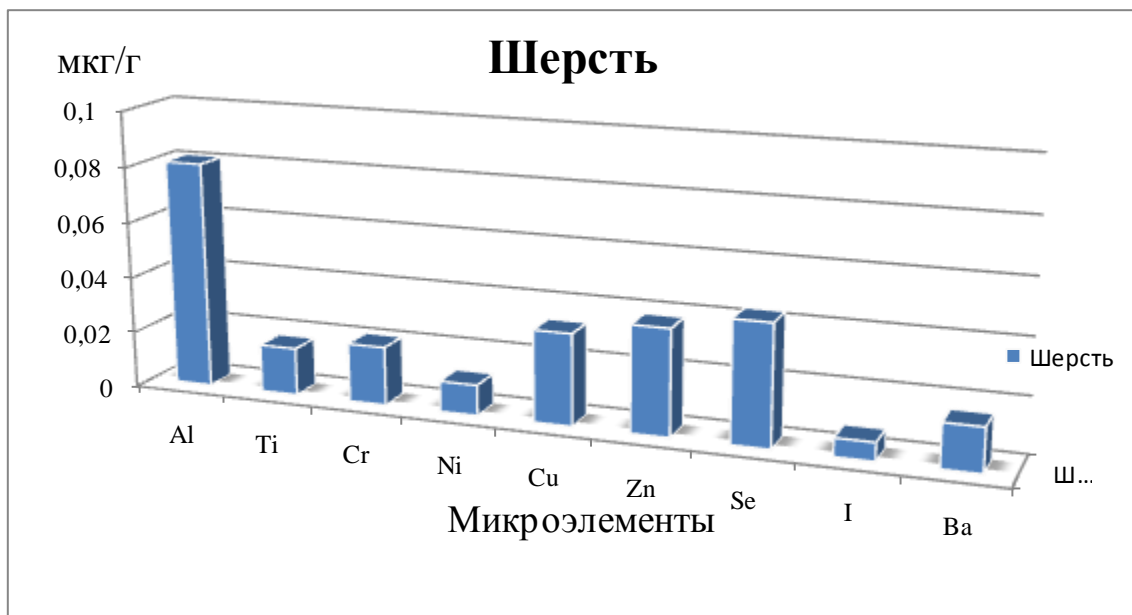


Рис.2. Диаграмма содержания микроэлементов в шерсти.

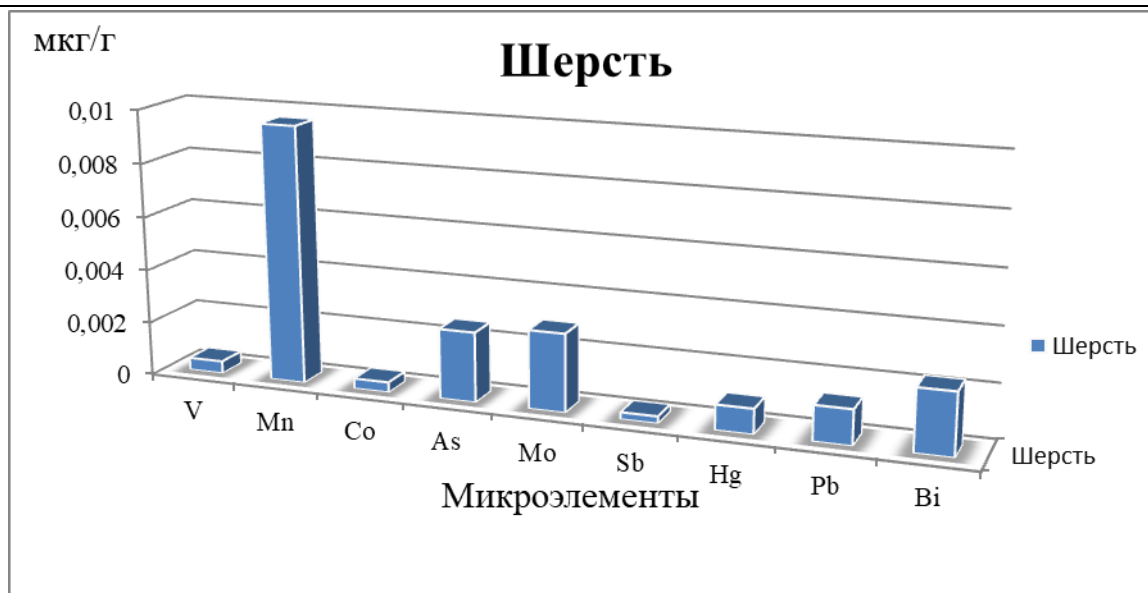


Рис.2 (продолжение). Диаграмма содержания микроэлементов в шерсти.

Таким образом, впервые детально изучен элементный состав Маргиланских образцов шерсти. Для этого использован метод масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой на приборе ICP-MS AT 7500. Определено количественное содержание 26 элементов. Показана естественная общая тенденция уменьшения количества элемента с возрастанием его массы, однако есть исключения. Установлено, что только незначительная часть микроэлементов – тысячные и десятитысячные доли из используемого корма овец переходит в шерстяную нить.

#### Список литературы

1. A.A.Ibragimov, T. Sh.Amirova, A.A.Ibrokhimov. Certification and classification of tissues based on their biological properties and chemical composition. *Universum: Chemistry and biology: Sci. Journ.* 2020. № 10(76), oktober, p.10-14.
2. T.Amirova, A.Ibragimov, O.Nazarov. Coloring Natural Silk with Natural Dyes Obtained from Plants. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 2021, 7089–7093. Retrieved from <https://www.annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/2225>.
3. Ibragimov A., Amirova T., Ibrokhimov A. Chemical composition of Margilane silk. *German International Journal of Modern Science* №14, 2021, P. 12-15.
4. Значение микроэлементного состава компонентов экосистем в развитии миопатии овец. Джамбулатов З.М., Гиреев Г.И., Луганова С.Г., Яхияев М.А., Салихов Ш.К.

<https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-mikroelementnogo-sostava-komponentov-ekosistem-v-razviti-miopatii-ovets>. © 2009.

5. Ermakov A.I., Arasimovich V.V. 1982. In the book: *Methods of biochemical research of plants* M. p. 430. [Published in Russian]

6. Smirnova E.V., Zarubina O.V. Determination of macro- and microelements in biological standard samples of plant and animal origin by inductively coupled plasma mass spectrometry // *modern methods of analysis of substances and materials: mass spectrometry. Standard samples No. 3*, 2014, pp. 45-57. [Published in Russian]

7. Muzgin V.N., Emelyanova N.N., Pupyshev A.A. Inductively coupled plasma mass spectrometry - a new method in analytical chemistry // *Analytics and Control*. 1998. No. 3-4. S. 3–25.

8. P. Masson, T. Dalix & S. Bussière Determination of Major and Trace Elements in Plant Samples by Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry // *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. To cite this article: P. Masson, T. Dalix & S. Bussière (2010) Determination of Major and Trace Elements in Plant Samples by Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41:3, 231-243, DOI: 10.1080/00103620903460757 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/0010362090346075>

9. Benne E.J. etc, 1964; Chamberland E. etc, 1976; Phipps R.H., 1977; Canadian Fertilizer Institute, 2001; Mitchell C.C., 2011. <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-mikroelementnogo-sostava-komponentov-ekosistem-v-razviti-miopatii-ovets>. © 2009.

# MEDICAL SCIENCES

## SYNDROME OF THE PERSONAL MUSCLE. INTRAOPERATIVE PREVENTION IN TREATMENT OF OLD FRACTURES OF THE HINDER COLUMN OF THE VERTICAL COLUMN

**Khabibyanov R.Ya.,**

*Doctor of Medical Sciences*

*State autonomous health care institution*

*"Republican Clinical Hospital of the Ministry*

*health care of the Republic of Tatarstan*

**Maleev M.V.**

*PhD in Physics and Mathematics*

*State autonomous health care institution*

*"Republican Clinical Hospital of the Ministry*

*health care of the Republic of Tatarstan*

## СИНДРОМ ГРУШЕВИДНОЙ МЫШЦЫ. ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАСТАРЕЛЫХ ПЕРЕЛОМОВ ЗАДНЕЙ КОЛОННЫ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

**Хабибьянов Р.Я.**

*Доктор медицинских наук*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения*

*«Республиканская клиническая больница Министерства*

*здравоохранения Республики Татарстан*

**Малеев М.В.**

*Кандидат физико-математических наук*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения*

*«Республиканская клиническая больница Министерства*

*здравоохранения Республики Татарстан*

### Abstract

The article presents a substantiated technology for intraoperative prevention of piriformis syndrome in the treatment of chronic fractures of the posterior acetabular column.

### Аннотация

В статье представлена обоснованная технология интраоперационной профилактики синдрома грушевидной мышцы при лечении застарелых переломов задней колонны вертлужной впадины.

**Keywords:** fracture of the posterior column of the hip joint, piriformis syndrome

**Ключевые слова:** перелом задней колонны тазобедренного сустава, синдром грушевидной мышцы

При хирургическом лечении переломов задней колонны тазобедренного сустава, его заднего края хирурги чаще всего используют доступ Мура-Джибсона-Каплана [1] или доступ Кохера-Лангенбека [2], которые являются наименее травматичными из известных на сегодняшний день.

При использовании доступа Мура-Джибсона-Каплана большая ягодичная мышца оттягивается кзади, а наружные ротаторы бедра пересекаются. При доступе по Кохеру-Лангенбеку подход к задней части вертлужной впадины производится через большую ягодичную мышцу, пересекаются также грушевидная, близнецовые и внутренняя запирающая мышцы. Эти доступы отвечают принципу максимальной приближенности разреза к зоне перелома [3]. Однако, анализ доступных литературных источников показал, что для обоих доступов нет четкого описания шва пересеченных мышц, а также их особенностей.

Исследования показали, что короткие наружные ротаторы бедра оказывают значительное влияние на динамическое равновесие тазового кольца

как интегральную функцию таза, поэтому шов их сухожилий обязателен [4].

Клиническая практика показала, что использование даже модифицированного доступа Кохера-Лангенбека не исключает острого развития синдрома грушевидной мышцы. Синдром может перейти в хроническую форму из-за компрессии седалищного нерва между грушевидной и верхней близнецовой мышцами в послеоперационном периоде, ввиду того, что на фоне гематомы неизбежна фибротизация этих мышц. Необходимо учитывать, что вероятность развития синдрома возрастает, если в ходе оперативного вмешательства приходится ушивать мышцы – наружные ротаторы бедра по месту их пересечения. В случаях несвежих и застарелых переломов задней колонны вертлужной впадины короткие наружные ротаторы бедра уже исходно фибротизированы.

Таким образом, назрела необходимость разработать методику интраоперационной профилактики синдрома грушевидной мышцы, которая давала бы возможность исключить компрессию седалищного нерва между фибротизированными

грушевидной и верхней близнецовой мышцами при хирургическом лечении застарелых и несвежих переломов задней колонны, заднего края вертлужной впадины.

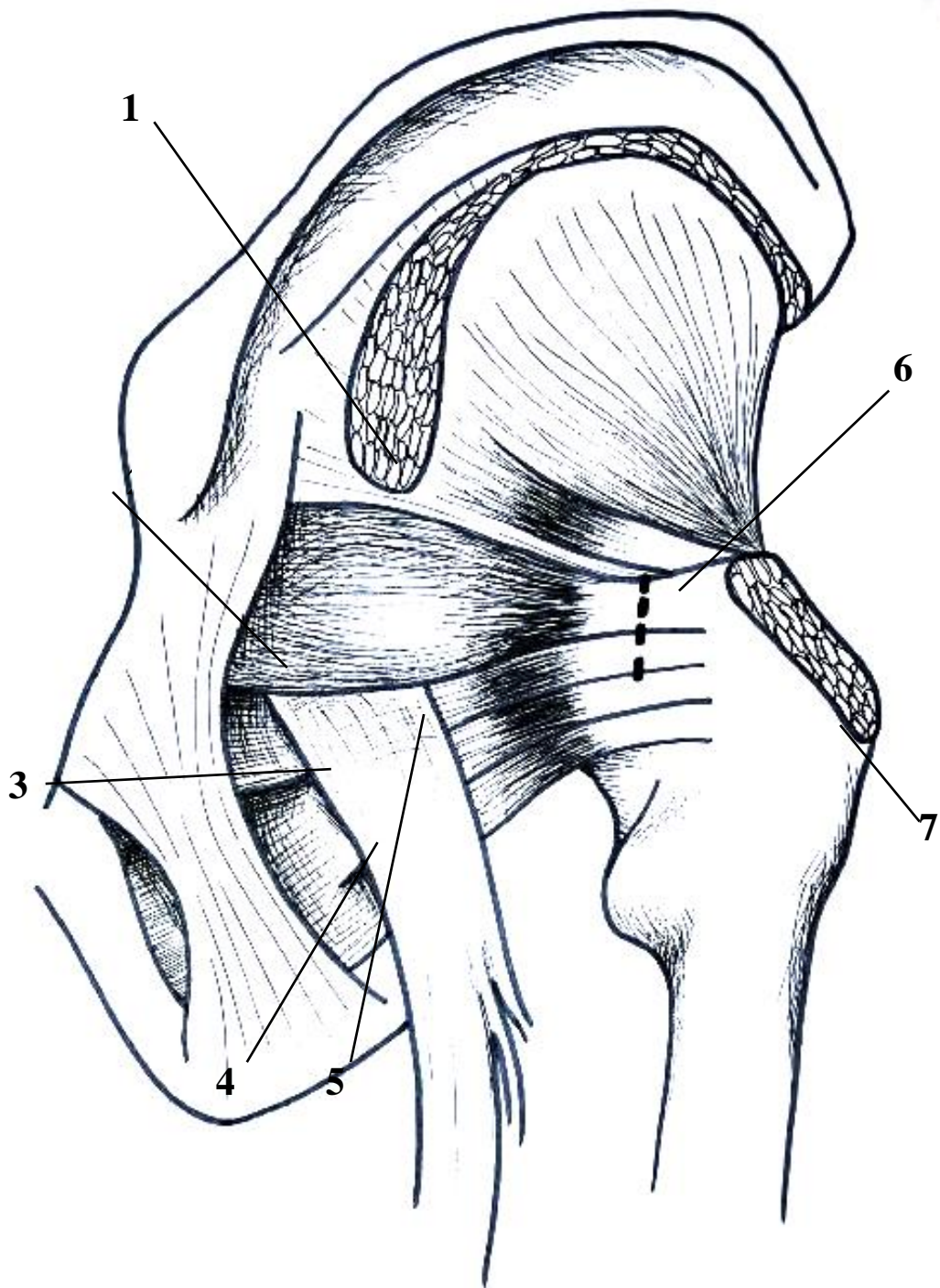
Нами было прооперировано 87 пациентов с использованием доступа Кохера-Лангенбека. В ходе операции пересекались сухожилия коротких наружных ротаторов бедра, которые затем сшивались по месту пересечения. В послеоперационном периоде в 4 случаях развился стойкий синдром грушевидной мышцы, который пришлось в последующем длительно лечить.

Для лечения свежих переломов задней колонны нами разработан и успешно применяется в клинике «Способ доступа к нижним отделам задней колонны вертлужной впадины» (патент РФ № 2624387) [5]. При разработке этого доступа за основу был принят доступ Кохера-Лангенбека. При использовании этого доступа производится косая остеотомия большого вертела без пересечения ко-

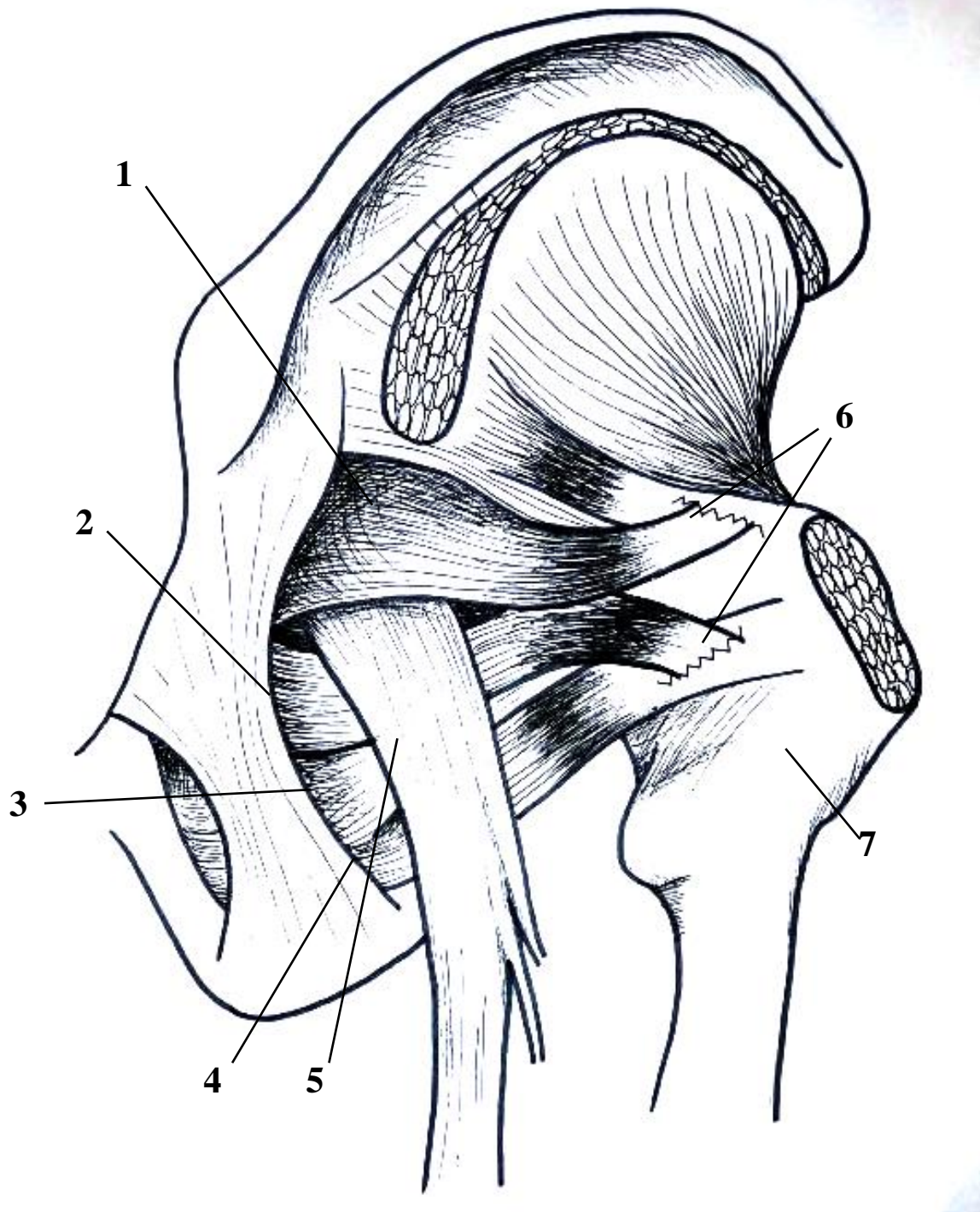
ротких наружных ротаторов со смещением его кзади, и кверху.

Предложенный нами и апробированный в 12 случаях способ интраоперационной профилактики синдрома грушевидной мышцы при лечении застарелых и несвежих переломов задней колонны, заднего края вертлужной впадины, состоит в следующем. Пересекаются сухожилия уже фиброзированных коротких наружных ротаторов бедра (рис. 1). Их сшивание производится после металлоостеосинтеза с транспозицией (рис. 2) - сухожилие грушевидной мышцы подшивается к сухожилию малой ягодичной мышцы, сухожилие верхней близнецовой мышцы – совместно с нижней близнецовой мышцей к сухожилию последней. При этом подгрушевидное пространство существенно увеличивается и нижний край грушевидной мышцы, как бы, нависает или касается ствола седалищного нерва без давления на него. Шов сухожилия внутренней запирательной мышцы производится по месту пересечения.





*Рис. 1. Схема операции. Представлены мышцы - короткие наружные ротаторы бедра и обозначена зона пересечения их сухожилий, где: 1 - грушевидная мышца, 2 - верхняя близнецовая мышца, 3 - нижняя близнецовая мышца, 4 - внутренняя запирательная мышца, 5 - седалищный нерв, 6 - линия пересечения сухожилий мышц – коротких ротаторов бедра, 7 - бедренная кость.*



*Рис. 2. Схема операции. Шов пересеченных сухожилий мышц - коротких наружных ротаторов бедра с транспозицией сухожилий грушевидной и верхней близнецовой мышцы, где: 1 - грушевидная мышца, 2 - верхняя близнецовая мышца, 3 - нижняя близнецовая мышца, 4 - внутренняя запирающая мышца, 5 - седалищный нерв, 6 - шов сухожилий грушевидной и верхней близнецовой мышцы с их транспозицией, 7 - бедренная кость.*

Оперативное вмешательство с использованием предлагаемого способа производится следующим образом. Пациент укладывается на операционный стол в положение на животе. Поверхность операционного стола наклоняется в сторону здорового тазобедренного сустава. Осуществляется доступ в область сустава по Кохеру-Лангенбеку. Рассекаются кожа, фасции. Затем, с применением тупого инструмента, волокна боль-

шой ягодичной мышцы разводятся, при этом отводятся кверху средняя и малая ягодичные мышцы. При лечении застарелых и несвежих переломов задней колонны вертлужной впадины также пересекаются сухожилия коротких наружных ротаторов. Производится ревизия задней колонны, заднего края. Осуществляется анатомическая репозиция отломков, которые затем фиксируются с использованием металлоостеосинтеза. Последующий шов

сухожилий коротких наружных ротаторов производится с транспозицией, а именно - сухожилие грушевидной мышцы подшивается к сухожилию малой ягодичной мышцы. При таком осуществлении шва подгрушевидное пространство становится значительно больше, поэтому нижний край грушевидной мышцы, как бы, нависает или только касается ствола седалищного нерва. Давление грушевидной мышцы на седалищный нерв, таким образом, минимально или, вообще, отсутствует. Затем сухожилие верхней близнецовой мышцы вкупе с нижней близнецовой мышцей подшиваются к сухожилию последней. Убедиться в увеличении подгрушевидного пространства можно визуалью, в отсутствии компрессии седалищного нерва – пальпаторно. После этого по месту пересечения сухожилия внутренней запирательной мышцы производится сшивание.

Для оценки правильности выполненных манипуляций производится рентгенологический контроль. Устанавливается трубчатый дренаж, накладываются послойно швы на рану, асептическая повязка.

#### *Результаты*

Разработанная технология интраоперационного исключения компрессии седалищного нерва при лечении застарелых и несвежих переломов задней колонны вертлужной

впадины позволяет полностью избежать развития синдрома грушевидной мышцы.

#### *Выводы*

Применение эффективной технологии интраоперационной профилактики синдрома грушевидной мышцы при лечении застарелых переломов задней колонны вертлужной впадины не представляет технических сложностей, исключает развитие серьезных и стойких осложнений, требующих последующего сложного и длительного лечения.

#### **Список источников**

1. Мовшович И.А. Оперативная ортопедия. – М.: Медицина, 1983. – 345 с.
2. Мюллер М.Е., Алльговер М., Шнайдер Р., Виллинеггер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. - М.: Ad Marginem, 1996. – 215 с.
3. Ruedi T.P., Murphy W.M. AO Principles of Fracture Management. – Stuttgart, N.-Y., 2000. – 415p.
4. Хабибьянов Р.Я. Лечение нестабильных повреждений тазового кольца и переломов вертлужной впадины: автореф. дисс. ... доктора медицинских наук. - Казань, 2016. – 38 с.
5. Хабибьянов Р.Я., Галеев И.Г. Способ доступа к нижним отделам задней колонны вертлужной впадины. Патент РФ № 2624387 // Бюллетень изобретений, № 19, 2017.

### **A VARIANT OF APPROACH TO SURGICAL PELVIC RING RECOVERY IN BLADDER EXSTROPHY**

**Khabibyanov R.Ya.,**

*Doctor of Medical Sciences*

*State autonomous health care institution*

*"Republican Clinical Hospital of the Ministry health care of the Republic of Tatarstan*

**Maleev M.V.**

*PhD in Physics and Mathematics*

*State autonomous health care institution*

*"Republican Clinical Hospital of the Ministry health care of the Republic of Tatarstan*

### **ВАРИАНТ ПОДХОДА К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ВОССТАНОВЛЕНИЮ ТАЗОВОГО КОЛЬЦА ПРИ ЭКСТРОФИИ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ**

**Хабибьянов Р.Я.,**

*Доктор медицинских наук*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения*

*«Республиканская клиническая больница Министерства*

*здравоохранения Республики Татарстан*

**Малеев М.В.**

*Кандидат физико-математических наук*

*Государственное автономное учреждение здравоохранения*

*«Республиканская клиническая больница Министерства*

*здравоохранения Республики Татарстан*

#### **Abstract**

The article presents and substantiates the technology of providing orthopedic care for congenital anomalies in the development of the pelvic ring in the form of bladder exstrophy. A detailed clinical example of the use of the technology is presented, which makes it possible to draw a conclusion about the effectiveness of the developed technology for the surgical treatment of bladder exstrophy.

**Аннотация**

В статье представлена и обоснована технология оказания ортопедической помощи при врожденной аномалии развития тазового кольца в виде экстрофии мочевого пузыря. Представлен подробно разобраный клинический пример использования технологии, позволяющий сделать вывод об эффективности разработанной технологии хирургического лечения экстрофии мочевого пузыря.

**Keywords:** exstrophy of the urinary bladder, surgical treatment, external fixation apparatus.

**Ключевые слова:** *экстрофия мочевого пузыря, хирургическое лечение, аппарат внешней фиксации.*

Лечение экстрофии мочевого пузыря представляет сложную комплексную проблему. При этой патологии доминирует урологический аспект. Но, как показывает клиническая практика, он, в той или иной степени, сочетается с такими аномалиями как дефекты передней и задней стенок мочевого пузыря, дефекты переднего отдела тазового кольца, которые, в свою очередь, сопровождаются различной степенью расхождения лонных костей. Диастаз между лонными костями, в некоторых случаях, может достигать 12 см [1]. Данные РКТ показывают, что лонные кости, при этом, могут быть укорочены на 30 % [2], с чем связано «остаточное расхождение лона» [3, 4] после оперативного лечения. Таз, практически, «раскручен» во фронтальной плоскости, что приводит к ретроверсии, а также латерализации вертлужных впадин [3, 4]. В результате этого нижние конечности пациентов избыточно ротированы наружу, поэтому пациенты не могут нормально ходить, у них наблюдается «утиная походка» [5, 6].

Таким образом, лечение рассматриваемой патологии требует комплексного подхода. Что касается ортопедического компонента лечения, то на начальных этапах отработки методики хирургического лечения все ограничивалось вмешательством только на мягких тканях и сближением лонных костей с использованием лавсановых лигатур, компрессионных аппаратов. В последние годы все чаще применяются остеотомии таза. Так, некоторыми исследователями были предложены задняя остеотомия таза, передняя остеотомия, надвертлужные и комбинированные двусторонние остеотомии таза. Такие подходы связаны с техническими трудностями, что, сравнительно, часто приводит к неудачам при удержании сведенного симфиза [1, 7,-9]. Как показала практика, наиболее удачной из предложенных технологий является комбинированная двусторонняя остеотомия таза. Надвертлужная остеотомия осуществляется из переднего доступа между верхней и нижней передними осями. Затем в их дистальные фрагменты вводятся стержни. Из этого же доступа вырубается борозда на внутренней поверхности кости от седалищной вырезки кверху параллельно крестцово-подвздошному сочленению до гребня подвздошной кости. Наличие борозды позволяет до-

стичь необходимой податливости крыльев подвздошных костей. Сверху вниз в вертикальном направлении в крылья вводятся стержни. Все это, в конечном итоге, позволяет устранить порочное положение тазобедренных суставов, а также наружную ротацию крыльев подвздошных костей. Фрагменты таза удерживаются в необходимом положении аппаратом внешней фиксации, к которому крепятся введенные ранее стержни.

Если решать раздельно проблемы, связанные с распластанностью подвздошных костей, латерализацией и ретроверсией вертлужных впадин, это может привести к такому нежелательному явлению как нарушение баланса мышц пельвиоторакальной, пельвиофemorальной групп и мышц, собственно, таза. Результатом такого тяжелого травматического оперативного вмешательства могут стать нарушения статодинамических функций тазового пояса.

Несмотря на некоторые нежелательные моменты, представленная методика реконструкции тазового кольца оценивается положительно, так как при таком походе не только закрываются передняя стенка живота и мочевого пузыря, но и заметно улучшается походка пациентов [10].

Нами были проанализированы как достоинства, так и недостатки предложенных способов лечения врожденной деформации тазового кольца. С учетом всех аспектов авторами была разработана оригинальная технология оперативного лечения экстрофии мочевого пузыря - «Способ лечения врожденной аномалии развития тазового кольца при экстрофии мочевого пузыря» (патент РФ №2572022) [11].

В отделении травматологии и ортопедии ГАУЗ ДРКБ МЗ РТ (г. Казань) с использованием разработанной методики были произведены оперативные вмешательства 4 пациентам с диагнозом «Врожденная аномалия развития таза, расхождение лобкового симфиза. Состояние после этапной коррекции экстрофии мочевого пузыря».

**Клинический пример**

Б-й Р., 5 лет, госпитализирован на оперативное лечение – окончательный этап коррекции экстрофии мочевого пузыря и сведением лонных костей (рис.1).



Рис.1.

Б-й Р. Обзорная рентгенограмма таза при госпитализации. Расхождение лонного сочленения 6,5см.

Необходимо отметить, что в хирургическую бригаду, осуществляющую оперативное вмешательство, входили не только урологи, но и ортопеды.

Первоначально пациент находился в положении на животе, что придавало податливость гемипельвисам при сведении симфиза. Латерально,

отступив от крестцово-подвздошных сочленений на 5-8 мм и, почти, параллельноим, из 2-3 проколов, спицей  $\varnothing$  2 мм, практически, слитно в одну линию, была перфорирована наружная кортикальная пластинка подвздошных костей (рис.2).

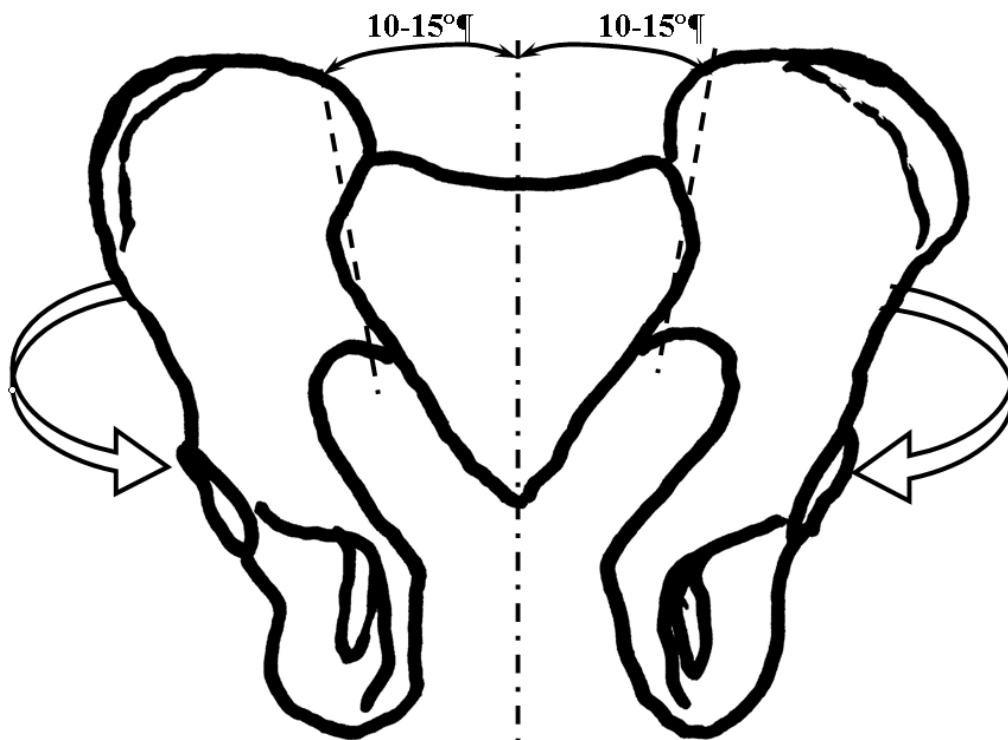


Рис. 2. Перфорирована наружная кортикальная пластинка подвздошных костей

После этого пациент был уложен на спину. На тазовых костях из стержней  $\varnothing$  4 мм был смонтирован аппарат внешней фиксации. Для создания запаса мягких тканей симфиз был сведен на 2/3.

После того, как урологи, входящие в хирургическую бригаду, осуществили окончательную кор-

рекцию экстрофии мочевого пузыря и передней брюшной стенки, аппаратом внешней фиксации под визуальным контролем лонное сочленение было сведено (рис. 3). При этом было осуществлено замыкание диафрагмы дна малого таза.



Рис. 3. Б-й Р. Обзорная рентгенограмма таза в аппарате внешней фиксации.

Вертикализация пациента произведена на 2 день. Аппарат демонтирован через 14 недель после операции (рис.4).

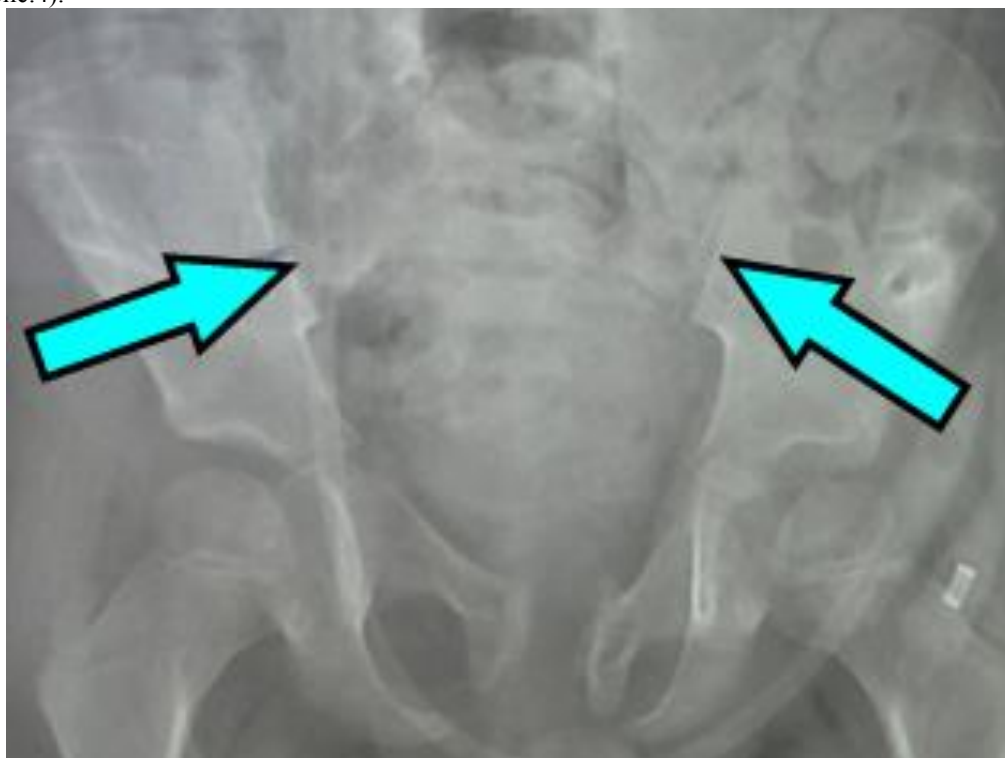


Рис. 4. Б-й Р. Рентгенограмма таза через 1 месяц после демонтажа аппарата внешней фиксации. Стрелками указаны «следы» остеоперфораций подвздошных костей.

Расхождение в лонном сочленении через 1 месяц после операции составило 1,2 см. Лонные кости укорочены на 30%, в результате чего наблюдается «остаточное расхождение лона». Избыточная наружная ротация нижних конечностей

отсутствует. Походка обычная. Функция тазового пояса без особенностей.

На контрольной рентгенограмме таза, сделанной через 4 месяца после операции (рис. 5) можно наблюдать прежнее взаимоотношение лонных костей.



Рис. 5. Б-й Р. Рентгенограммы таза через 4 месяца после демонтажа аппарата внешней фиксации

Наблюдения за прооперированными пациентами показали, что все они вертикализировались на 2-3 день после операции. На 7-10 день все они отказывались от костылей.

Таким образом, разработанная технология восстановления тазового кольца позволяет решить проблему распластанности подвздошных костей, а также латерализации и ретроверсии вертлужных впадин. Кроме того, она создает предпосылки для восстановления внутренних взаимосвязей таза, нормализации баланса мышц, прикрепляющихся к гребню подвздошных костей (пельвиоторакальная группа), мышц собственно таза, а также пельвиофemorальной группы мышц, обеспечивает восстановление нормальной походки. Разработанная технология позволяет закрыть переднюю стенку живота и мочевого пузыря при значительном снижении натяжения мягких тканей. Более того, при таком подходе создается запас тканей для реконструкции передней брюшной стенки и пластики мочевого пузыря.

#### Список источников

1. Perovic S., Brdan R., Scepanovic D. Bladder exstrophy and anterior pelvic osteotomy // Brit. J. Urol. - 1992. - Vol. 70. - P. 84-92

2. Schmidt C.C., Gruen G.S. Nonextensile surgical approaches for two-column acetabular fractures // J Bone Joint Surg.- 1993. - № 75. - P. 1123-1120

3. Gearhart J.P., Forscher D.C., Jeffs R. D. et. al. The anatomy of the pelvis in the exstrophy complex // Brit. J. Urol. - 1996. - Vol. 155. - P. 128-134

4. Thomas W.G., Wilkinson J.A. Bilateral pelvic osteotomies in bladder exstrophy // J. Bone Joint Surg. - 1989. - Vol. 71 A. - P. 211-223

5. Shultz W.G. Plastic repair of exstrophy of bladder combined with bilateral osteotomy of ilia // L. Urol., Vol. - 1958. - №79. - P. 342-349

6. Sponseller P.D., Bisson L. S., Gearhart J. P. et. al. The anatomy of the pelvis in the exstrophy complex // J. Bone Joint Surg. - 1995. - Vol. 77 A. - P. 410-422

7. Canning D.A. Connections of the bladder plate and bladder neck with the bony pelvis in a fetus with classic bladder exstrophy // Urol.- 2002. - № 60(1). - P. 69-78

8. Chltilova M., Fintajlova O. Exstrophia vesicae // Acta chir. plast. - 1962. - №3. - P. 156-165

9. Stanton S.L. Gynecologic complications of epispadias and bladder exstrophies // Am. J. Obstet. Gynec. - 1974. - Vol. 119, №6. - P. 321-331

10. Соколовский О.А., Соколовский А.М., Аверин В.И., Гассиев Н.И. Проблемные статьи и обзоры // Медицинские новости. - 1998. - №5. - С. 69-75

11. Хабибьянов Р.Я., Андреев П.С. Способ лечения врожденной аномалии развития тазового кольца при экстрофии мочевого пузыря. Патент РФ №2572022 // Бюллетень изобретений, №36, 2015.

**SYSTEM OF PROVIDING MEDICAL CARE FOR VICTIMS WITH PELVIC RING INJURIES AND HOSPITAL FRACTURES IN THE REGION (REPUBLIC OF TATARSTAN)****Khabibyanov R.Ya.,***Doctor of Medical Sciences**State autonomous health care institution**"Republican Clinical Hospital of the Ministry**health care of the Republic of Tatarstan***Maleev M.V.***PhD in Physics and Mathematics**State autonomous health care institution**"Republican Clinical Hospital of the Ministry**health care of the Republic of Tatarstan**Leading Researcher***СИСТЕМА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ТАЗОВОГО КОЛЬЦА И ПЕРЕЛОМАМИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ НА ГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПЕ В РЕГИОНЕ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)****Хабибянов Р.Я.,***Доктор медицинских наук**Государственное автономное учреждение здравоохранения**«Республиканская клиническая больница Министерства**здравоохранения Республики Татарстан***Малеев М.В.***Кандидат физико-математических наук**Государственное автономное учреждение здравоохранения**«Республиканская клиническая больница Министерства**здравоохранения Республики Татарстан***Abstract**

The article presents and substantiates a unified technological model of providing effective medical care to victims with injuries of the pelvic ring and acetabulum at the hospital stage in the region using modern diagnostic and therapeutic techniques.

**Аннотация**

В статье представлена и обоснована унифицированная технологическая модель оказания эффективной медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и вертлужной впадины на госпитальном этапе в регионе с использованием современных диагностических и лечебных приемов.

**Keywords:** pelvic injuries, medical care.**Ключевые слова:** повреждения таза, оказание медицинской помощи.

В предисловии к руководству для врачей Д.И. Черкес-Заде «Лечение повреждений таза и их последствий» [1] академик РАН С.П. Миронов отметил, что лечение повреждений таза и их последствий представляет собой важную социально-экономическую проблему.

Об актуальности проблемы свидетельствует и тот факт, что в Германии создана «Рабочая группа «Таз»» (Arbeitsgruppe Becken), в компетенцию которой входят вопросы разноаспектного полидисциплинарного изучения проблемы, совершенствование диагностики и лечебной тактики при переломах таза [2].

Диагностика переломов таза и вертлужной впадины является непростой задачей [3]. Ошибки при обследовании пострадавших с повреждениями таза и вертлужной впадины даже в специализированных отделениях достигают 22 % [4]. Неполноценное рентгенологическое обследование таза у пострадавших не позволяет правильно оценить тяжесть полученной травмы (характер поврежде-

ний и смещений) и качество произведенной репозиции [5- 7], что затрудняет принятие правильного решения о необходимости оперативного вмешательства, закономерно приводит к выбору неадекватной тактики и высокому уровню неудовлетворительных исходов при этих повреждениях [8].

Тяжелые переломы костей таза сопровождаются развитием травматического шока со значительной кровопотерей, что позволяет отнести их к «потенциально смертельным повреждениям» [9].

Причиной смерти пострадавших с переломами таза в ранние сроки является массивная кровопотеря, суммарно достигающая 2–3 и более литров. Забрюшинная гематома распространяется при этом по клетчатке до уровня почек, а по передней брюшной стенке до пупочного кольца. Обширная забрюшинная гематома нередко вызывает парез кишечника и зачастую приводит к выполнению напрасной лапаротомии.

Проведенные статистические исследования показали, что в общей структуре повреждений



тазового кольца имеет место абсолютное увеличение анатомически наиболее тяжелых переломов костей таза, квалифицируемых по международной системе AO/ASIF как нестабильные повреждения типа В и С [2]. В связи с чем переломы тазового кольца занимают третье место среди причин летального исхода после повреждений головы и грудной клетки [10].

В структуре инвалидности среди травм опорно-двигательного аппарата удельный вес повреждений таза составляет 14 – 66,7%, а неблагоприятные исходы – 20 – 74% [13- 15].

При лечении переломов вертлужной впадины краеугольным камнем остается выбор метода, со-

четающего шадящее отношение к мягкотканым структурам и точную реконструкцию костных повреждений. Именно такой подход наиболее благоприятно влияет на отдаленные результаты [11, 12].

Поводом для написания данной работы явилось то, что, несмотря на общепринятые положения об оптимальных сроках оказания специализированной медицинской помощи при нестабильных повреждениях тазового кольца и переломах вертлужной впадины (10-14 суток), мы, при анализе клинического материала, столкнулись с зачастую необоснованным затягиванием сроков оперативного лечения (таблица 1).

Таблица 1

**Распределение пострадавших и больных с переломами костей таза и вертлужной впадины, нуждавшихся в хирургическом лечении в зависимости от сроков госпитализации с момента травмы**

Очаги повреждений	Первые 10 суток	До 2-х мес.	Более двух мес.	Кол-во
Разрыв лонного сочленения. Переломы в пределах переднего полукольца.	12	4	2	18
В пределах переднего и заднего полуколец.	51	27	17	95
Перелом заднего края вертлужной впадины, в т. ч. оскольчатый.	59	6	7	72
Перелом задней колонны.	14	4	3	21
Перелом передней колонны.	3	0	0	3
Перелом обеих колонн	32	6	4	42
Всего	171	47	33	251

Традиционно пострадавшим с тяжелой травмой таза и переломами вертлужной впадины в Республике Татарстан (РТ) специализированная высокотехнологичная медицинская помощь оказывалась в Казанском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии. Ныне институт он вошел в состав ГАУЗ «РКБ МЗ РТ» в виде научно-практического центра травмы. Эта практика должна сохраняться, более того представляется возможность получить online консультации с руководителем и сотрудниками научно-исследовательского отдела ГАУЗ «РКБ МЗ РТ», где продолжают исследования по совершенствованию оказания помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины.

Проведенный нами анализ результатов лече-

ния пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины в соответствии с комплексной оценкой исходов лечения, основанной на системе Э.Р. Маттиса [16] показал существенный рост неудовлетворительных результатов при осуществлении оперативных вмешательств на отдаленных сроках.

В случае повреждений в области переднего и заднего полуколец при использовании нашего подхода неудовлетворительных исходов не наблюдалось.

Динамика роста неудовлетворительных результатов обследования пациентов с переломами вертлужной впадины при оперативном лечении в сроки до 10 суток, до двух и более двух месяцев в сроки наблюдений 1, 3 и 5 лет представлена на рис. 1.

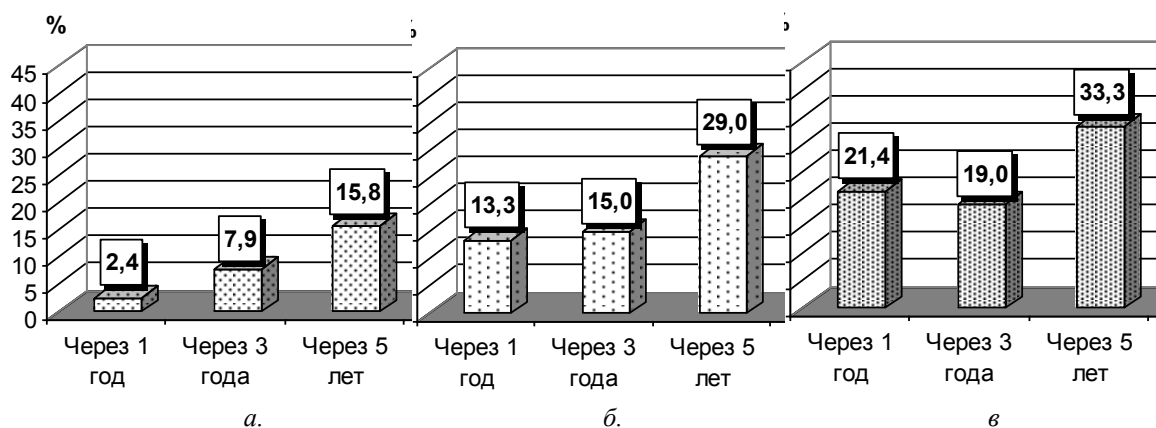


Рис. 1. Динамика роста неудовлетворительных результатов обследования пациентов с переломами вертлужной впадины при оперативном лечении в сроки до 10 суток (а), до двух (б) и более двух месяцев (в), в сравнении с результатами лечения традиционными методами.

В связи с этим разработка эффективной системы (алгоритма) оказания медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины на госпитальном этапе в ЛПУ региона (Республика Татарстан) представляется актуальной задачей. Это обусловлено и тем, что диагностикой и лечением пострадавших с повреждениями таза в травмоцентрах III уровня и ЦРБ того же уровня аккредитации (в дальнейшем – травмоцентры III уровня) занимаются и хирурги общего профиля, не владеющие специфическими знаниями и навыками.

Пошаговая госпитализация при оказании помощи пострадавшим с нестабильными повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины: догоспитальный этап – травмоцентр III уровня – травмоцентр II уровня – травмоцентр I уровня необоснованна и содержит в себе зоны неэффективности, особенно на этапе – травмоцентр III уровня, а также на этапе травмоцентр II уровня. Именно на этих этапах высок процент ошибок диагностики, влекущих за собой тактические погрешности и, как следствие, различные осложнения.

#### *Цель исследования*

Формирование вертикальной унифицированной технологической модели оказания эффективной специализированной высокотехнологичной медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и вертлужной впадины в регионе с использованием современных диагностических и лечебных приемов.

#### **Лечение пострадавших с переломами костей таза на этапе «Травмоцентр III уровня»**

При стабильных переломах таза А-1, А-2, А-3 без или с незначительным смещением показан постельный режим (положение Волковича-Дьяконова). Для снятия болевого синдрома при стабильной гемодинамике показана внутритазовая новокаиновая блокада по Школьникову-Селиванову-Цодыксу.

При переломах таза А-1, А-2, А-3 со значительным смещением при стабильной гемодинамике показан перевод пострадавшего в ближайшие травмоцентры II или I уровня специальным автотранспортом.

При условно стабильных – В-1 I, В-2 II и нестабильных повреждениях, и переломах тазового кольца – В-1 II, В-1 III (наружно ротационных), В-2 II, В-2 III (внутренне ротационных), В-3 I, В-3 II (билатерально ротационных) при устойчивых показателях артериального давления или с их поддержкой показан перевод пострадавшего для оперативного лечения в ближайшие травмоцентры II или I уровня специальным автотранспортом – реанимобилем.

При нестабильных повреждениях и переломах тазового кольца В-3- III, С-1 II, С-1 III (вертикальных), С-2 I, С-2 II, С-2 III (билатерально комбинированных), С-3 I, С-3 II, С-3 III (билатерально вертикальных) в связи с необходимостью транспортировки в травмоцентр I уровня показан ранний

остеосинтез таза аппаратом внешней фиксации (АВФ). Производится стабилизация тазового кольца без учета смещений. Транспортировка пострадавшего производится реанимобилем с поддержкой показателей артериального давления.

#### **Лечение пострадавших с переломами костей таза на этапе «Травмоцентр II уровня»**

При стабильных переломах таза А-1, А-2, А-3 со значительным смещением производится открытый металлоостеосинтез фрагмента спицами или винтами.

При нестабильных переломах В-1 II, В-1 III, В-2 II, В-2 III, В-3 I, В-3 II и С-1 I рационален остеосинтез аппаратом внешней фиксации с учетом общей концепции остеосинтеза таза АВФ [17].

Концепция остеосинтеза включает в себя:

- внутрикостные стержни, установленные в подвздошные кости через их гребень, соответственно вне мышечных зон, должны быть ориентированы вокруг оси низкоамплитудного движения в крестцово-подвздошных сочленениях (КПС) (нижние отделы S-2 позвонка), которая локализована практически в центре кинематической цепи ОДС;

- поддержание поясничного лордоза на операционном столе для стабилизации тазового кольца в условиях контрнутаии крестца, при котором тазовое кольцо наиболее стабильно (*Нутация крестца - движение крестца в крестцово-подвздошных сочленениях относительно подвздошных костей, аналогичное киванию головы (от лат. nutare – кивать), при этом мыс его смещается в направлении малого таза, копчик – кзади. Контрнутаация крестца: Контрнаклон*);

- по достижении репозиции АВФ должен обеспечивать достаточную компрессию (если повреждены сочленения), соответственно – стабильность в передних и задних отделах тазового кольца;

- восстановленная система симфиз-КПС АВФ или в условиях комбинированного остеосинтеза обеспечивает тазу стабильность, что создает благоприятные условия для восстановления внутренних взаимосвязей тазового кольца, при этом АВФ на период лечения восполняет утерянные частично или полностью стабилизирующие возможности полужестких стабилизаторов таза – связок.

Остеосинтез АВФ рассматривается и как окончательный и как этап хирургического лечения в рамках damage control orthopedics (DCO) [18].

При наличии показаний к лапаротомии оперативное вмешательство заканчивается наложением АВФ для одномоментного или этапного устранения смещений, стабилизации тазового кольца, профилактики продолжения забрюшинной кровопотери и борьбы с шоком.

При значительных смещениях тазовых костей, отсутствии опыта в ЛПУ репозиции и стабилизации тазового кольца, при нестабильных повреждениях С-2, С-3 I, С-3 II, С-3 III стоит ограничиться наложением АВФ для стабилизации тазового кольца и созданием условий для ранней

транспортировки пострадавшего в травмоцентр I уровня.

**Лечение пострадавших с переломами костей таза на этапе «Травмоцентр I уровня»**

При стабильных переломах таза А-1, А-2, А-3 со значительным смещением также производится открытый металлоостеосинтез фрагмента спицами или винтами.

**Лечение ротационно-нестабильных переломов и повреждений тазового кольца с латеральным и контрлатеральным смещением на этапе «Травмоцентр I уровня»**

При оказании хирургической помощи пострадавшим с ротационно-нестабильными поврежде-

ниями и переломами с латеральным смещением (также как при контрлатеральном и вертикальном смещении) с использованием АВФ, соответствующим общей концепции остеосинтеза таза, репозиция направлена на воссоздание анатомических взаимоотношений в системе симфиз – КПС.

Закрывается, в АВФ, сопоставить анатомично лонное сочленение при выраженной дезинтеграции в задних отделах таза и, соответственно, со значительным латеральным смещением тазовой кости - не всегда удается. Особенно, когда произошли и множественные повреждения переднего полукольца (рис. 2).



Рис. 2. Обзорная рентгенограмма таза б-го X, 45 лет. На рентгенограмме: повреждение симфиза, обеих КПС, перелом левой седалищной кости, латеральное смещение левой тазовой кости.

В таких случаях накладывается АВФ в соответствии с общей концепцией остеосинтеза для лечения переломов костей таза. Производится вправление КПС при репозиции тазовых костей. Последовательность вправления в данном случае: за сектор опоры слева, сориентированной по оси лонной кости, устраняется смещение левой тазовой кости кзади, обусловленного конвергирующимкзади характером сочленяющихся поверхностей КПС. Одновременно с этим «ротировается» кнутри тазовая кость и сопоставляются сочленяющиеся поверхности симфиза путем сближения секторов опор, причем опора слева, в соответствии с конвергирующим характером сочленяющихся поверхностей КПС снаружи - внутрь приводится в перпендикулярное к продольной оси туловища положение. Рентгеновский контроль после стаби-

лизации АВФ. Осуществляется надлобковый доступ протяженностью 6-7 см. Окончательная репозиция симфиза под визуальным контролем. Для профилактики вторичного смещения в пределах переднего полукольца при компрессии в лонном сочленении проводятся 1-2 спицы в лонные кости под основанием лонных бугорков с фиксацией свободных их концов к АВФ (рис. 3 а). Этим соблюдается центрация сжимающих усилий в симфизе, которая в норме обеспечивается связками лонного сочленения и его межлобковой пластиной. Стабилизация лонного сочленения спицей или спицами является методом выбора. Этот метод менее травматичен и затратен, требует мало времени по сравнению с остеосинтезом пластиной. Также не требует повторных оперативных вмешательств для удаления конструкции.

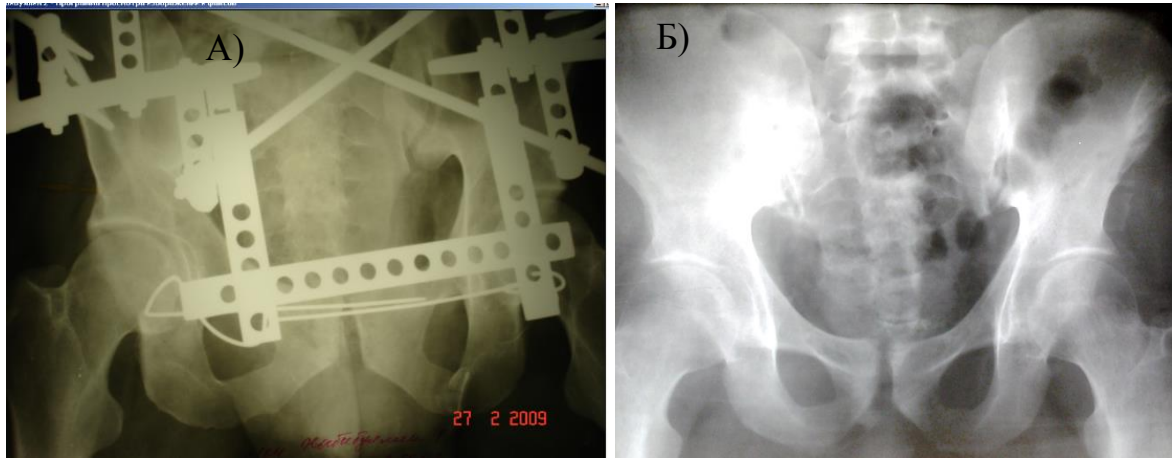


Рис. 3. Обзорная рентгенограмма таза б-го X., 45 лет: А - после репозиции и стабилизации тазового кольца, Б - через год после демонтажа АВФ.

Таким образом, речь ведется не о последовательном восстановлении «целостности» задних, затем передних отделов тазового кольца, а о восстановлении тазового кольца в целом. В таком случае состоятельность репозиции в лонном сочленении, как в данном случае, сопровождается репозицией и в задних отделах тазового кольца.

Стабилизация аппарата производится на фоне поддерживаемых компрессирующих усилий в КПС и симфизе (рис.4, 5). Эта особенность разработанного АВФ при его монтаже в виде передней рамы функционально обеспечивает ему свойства циркулярного аппарата.

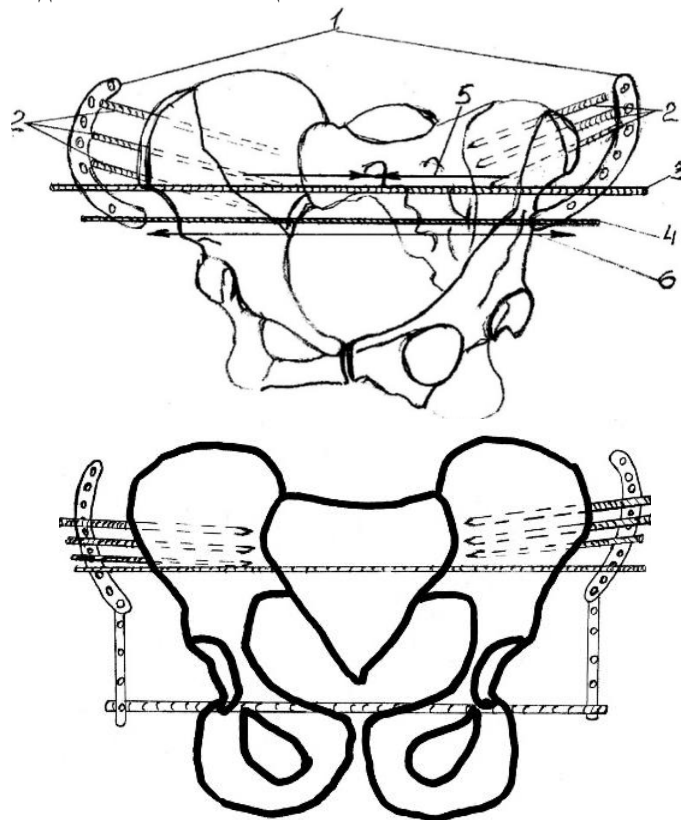


Рис. 4. АВФ для стабилизации тазового кольца. Вид спереди.

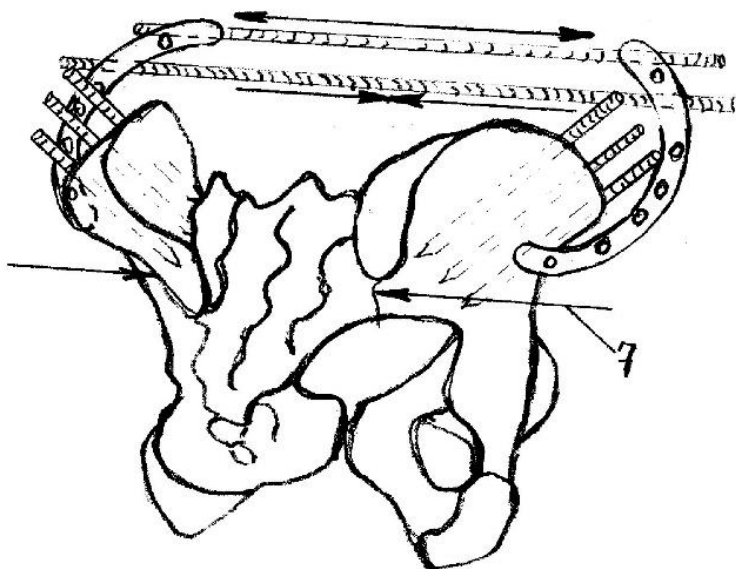


Рис. 5. АВФ для стабилизации тазового кольца. Вид сзади.

При монтаже АВФ учитывается характер смещений тазовых костей и, соответственно при латеральном смещении сектор опоры соответствующей стороны ориентируется по оси лонной кости. Это позволяет избежать громоздкости АВФ при его стабилизации.

Оказание хирургической помощи пострадавшим с ротационно-нестабильными повреждениями тазового кольца с контрлатеральным смещением тазовой кости (рис. 6) имеет свои особенности. В описываемом случае переломы тазового кольца

произошли при воздействии внешнего агента в положении крестца – контрнотации. Производится монтаж опоры АВФ (рис. 7) на подвздошных костях в соответствии с общей концепцией аппарата. Причем сектор опоры на смещенной тазовой кости устанавливается практически перпендикулярно дистальной трети гребня подвздошной кости. Репозиция производится с учетом смещений, т.е. производится «деротация» тазовой кости с разведением лобковых дуг. АВФ стабилизируется.

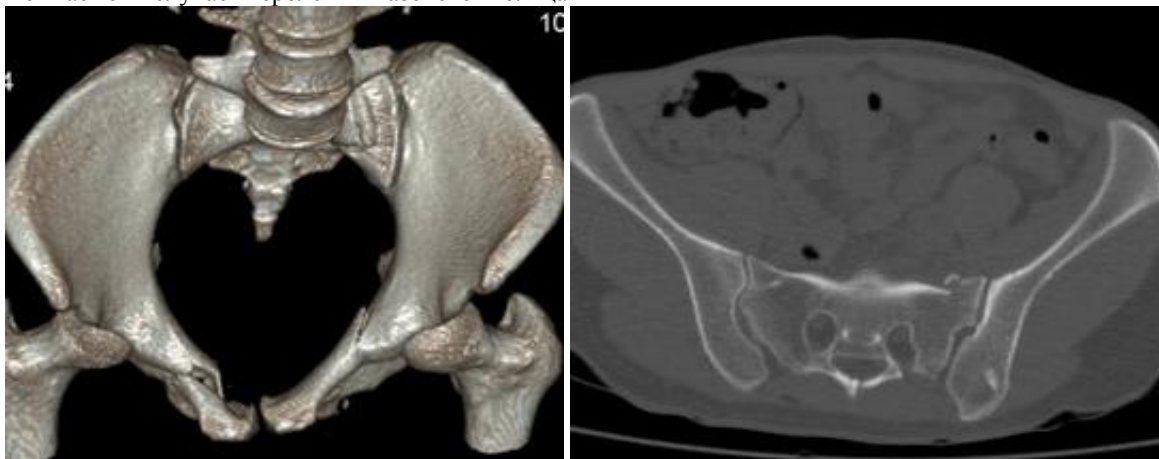


Рис. 6. РКТ таза б-ой З., 34 лет. Диагноз «Закрытый ротационно-нестабильный перелом костей таза с контрлатеральным смещением (краевой перелом крестца слева на уровне S-1, S-2 позвонков, лонных и седалищных костей слева)».



Рис. 7. Рентгенограммы таза б-ой З., 34 лет, после репозиции и стабилизации АВФ.

В том случае, когда повреждение переднего полукольца таза (седалищной кости) произошло медиальнее от седалищных бугров (как в рассматриваемом примере), внутренние взаимосвязи стабилизированного после репозиции тазового кольца как интегрированного целого не допускают вто-

ричного смещения фрагментов переднего полукольца, чем снимается необходимость его остеосинтеза. Демонтаж аппарата произведен через 7 недель (после клинической пробы). На рис. 8 представлены рентгенограммы таза через 3 месяца после демонтажа аппарата.

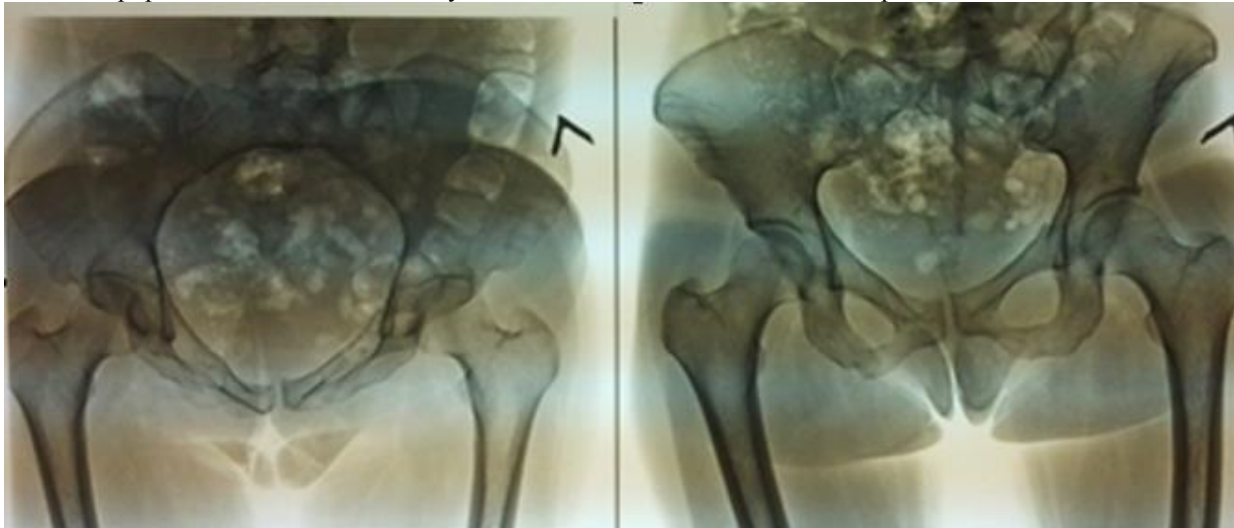


Рис. 8. Рентгенограммы таза б-ой З., 34 лет, через 3 месяца после демонтажа АВФ.

В случае, когда перелом крестца при контрлатеральном смещении происходит в нижних отделах КПС (при внешнем воздействии крестец в положении – нутация), техника оперативного вмешательства отличий от техники, представленной выше, не имеет.

**Лечение вертикально-нестабильных переломов и повреждений тазового кольца на этапе «Травмоцентр I уровня»**

Нестабильные переломы и повреждения тазового кольца с вертикальным смещением сопро-

вождаются в большей или меньшей степени выраженности латеральными смещениями тазовой кости. Поэтому при введении стержней в подвздошную кость через ее гребень в рамках общей концепции остеосинтеза таза и монтаже АВФ учитываются все компоненты смещения.

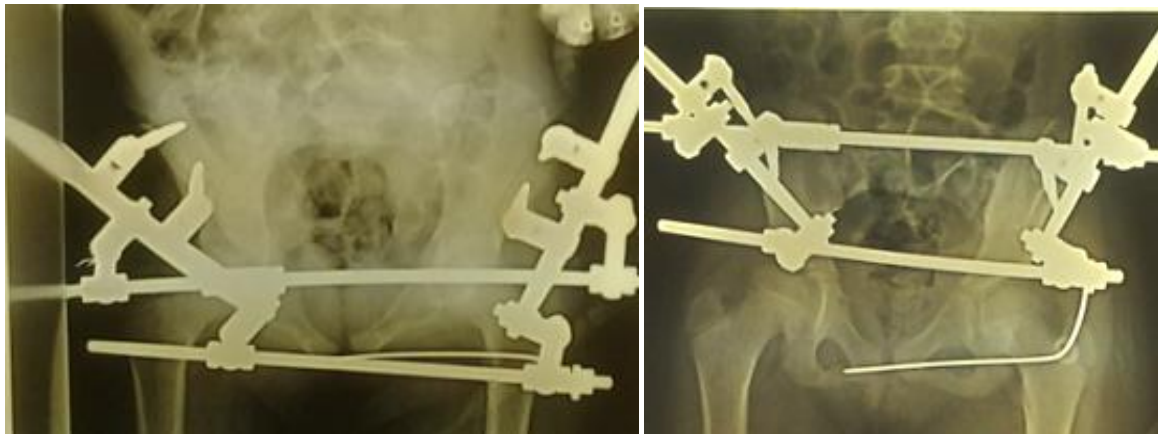
На обзорной рентгенограмме таза определяется вертикальный перелом крыла левой подвздошной кости, повреждение лонного сочленения с латеральным и вертикальным смещением левой тазовой кости (рис. 9).



*Рис. 9. Обзорная рентгенограмма таза б-й В., 5 лет.*

Произведено: в крылья обеих подвздошных костей через гребень установлены по два 4-х мм стержня в рамках общей концепции остеосинтеза АВФ. Смонтированы опоры АВФ, причем слева с

учетом смещения тазовой кости. Репозиция. Вертикальный перелом подвздошной кости слева сопоставлен и стабилизирован закрыто (рис. 10).



*Рис. 10. Рентгенограммы таза б-й В., 5 лет, после репозиции и стабилизации АВФ.*

Техника репозиции: тракция по оси левой нижней конечности (ассистент тянет за согнутую в тазобедренном и коленном суставах конечность). Поясничная мышца этому не противодействует. В этом же направлении низводится тазовая кость за опору. По достижении уровня передне-верхней ости и гребня левой подвздошной кости уровня контрлатеральной стороны производится репозиция тазовой кости по технике, аналогичной репозиции при латеральном смещении.

Для возможности осуществления устойчивой компрессии и в переднем полукольце таза через надлобковый разрез до 4 см, после сопоставления сочленяющихся поверхностей симфиза, проводится спица в лонные кости под основанием лонных бугорков с фиксацией свободного ее конца к АВФ. На рис. 11 представлены рентгенограммы таза после демонтажа АВФ.

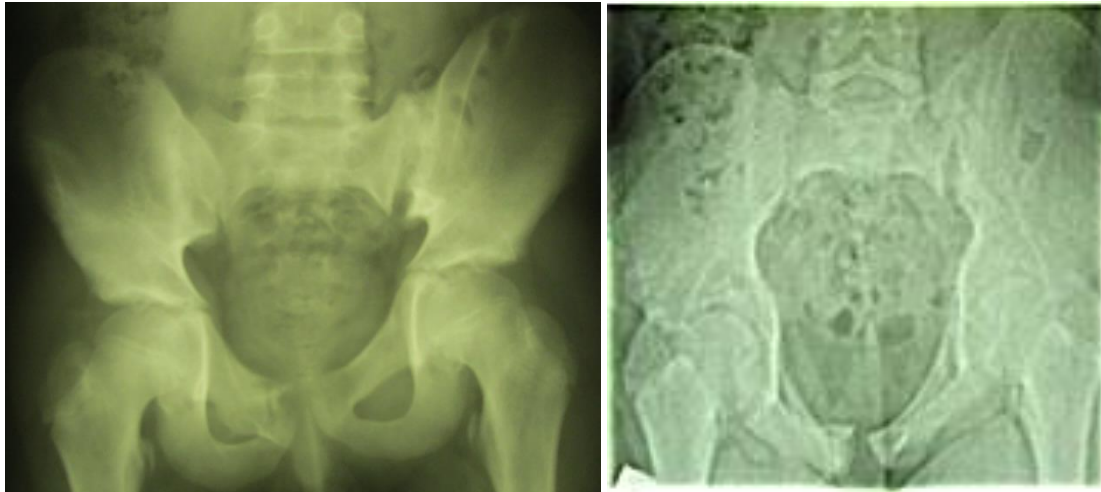


Рис. 11. Рентгенограммы таза б-й В., 5 лет, после демонтажа АВФ.

Таким образом, АВФ, наложенный в рамках требований общей концепции остеосинтеза таза, позволяет эффективно восстанавливать целостность тазового кольца и стабилизировать его, при этом он на период восстановления внутренних взаимосвязей таза принимает на себя их функцию. Соответственно АВФ может успешно применяться

как вариант окончательного остеосинтеза или этап перед погружным, малоинвазивным остеосинтезом (рис. 12). Все виды остеосинтеза после консолидации переломов костей таза завершаются комплексом реабилитационных мероприятий, направленных на восстановление стереотипа походки пациента.



Рис. 12. Алгоритм лечения нестабильных повреждений и переломов тазового кольца.



### **Лечение пострадавших с травмой и переломами вертлужной впадины на этапе «Травмоцентр III уровня»**

При наличии у пострадавшего вывиха бедра или его перелома-вывиха производится экстренное вправление под наркозом. При отсутствии на контрольной рентгенограмме (полипроекционной) в суставной полости костных фрагментов и дисконгруэнтности суставной поверхности вертлужной впадины производится скелетное вытяжение за мышелки бедра сроком 6 недель. Полная нагрузка на конечность осуществляется на сроке 6 месяцев.

При наличии в суставной полости костных фрагментов и дисконгруэнтности суставной поверхности вертлужной впадины осуществляется иммобилизация и перевод в травмоцентр I уровня для оперативного лечения.

### **Лечение пострадавших с переломами вертлужной впадины на этапе «Травмоцентр II уровня»**

При обнаружении в суставной полости костных фрагментов после вправления перелома-вывиха и наличия опыта ЛПУ производится артротомия с использованием малотравматичного заднего доступа. Следующим этапом производится металлоостеосинтез перелома вертлужной впадины.

При оскольчатых переломах одной из колонн вертлужной впадины, двухколонных и, тем более, полифокальных переломах показан перевод пострадавшего в травмоцентр I уровня. Для профилактики вторичных смещений и связанных с ними осложнений пациенту накладывается АВФ «таз – бедро».

### **Лечение пострадавших с переломами вертлужной впадины на этапе «Травмоцентр I уровня»**

Остеосинтез вертлужной впадины, как и переломов тазового кольца, должен производиться на ранних сроках. В силу тяжести состояния пострадавшего он может быть произведен на 10-14 сутки.

Показаниями к открытой репозиции и металлоостеосинтезу являются переломы вертлужной впадины со смещением.

Исключение:

- краевые переломы впадины с отломками малых размеров, расположенных внесуставно;
- переломы вертлужной впадины при относительных противопоказаниях: возраст, кожные заболевания, длительно сохраняющееся тяжелое состояние. А также отказ пациента от открытого вмешательства.

При планировании оперативного вмешательства должны учитываться анатомо-функциональные особенности тазового кольца. Ими обусловлен, как правило, полифокальный характер переломов при повреждении передней колонны. В большей степени это проявляется при двухколонных переломах. Причиной тому не только механизм воздействия травмирующего агента, но и близкое расположение зоны слияния

дугообразной линии подвздошной кости и лонного гребня (концентратор напряжения), которые непосредственно участвуют в формировании передней колонны. Более того, оси сжимающих усилий симфиза и КПС проходят именно через этот участок. К дугообразным линиям подвздошных костей имеют непосредственное отношение механические оси нагрузки таза [19]. Соответственно, репозиция и стабилизация переломов передней колонны производится, начиная с проксимальных отделов поврежденной тазовой кости. Этим же этапом начинается репозиция и остеосинтез при двухколонных переломах вертлужной впадины. В большинстве случаев вмешательств в сроки до 2 недель отмечено, что при хорошей репозиции передней колонны в задних отделах ее смещения остаются минимальные. Только при такой последовательности создаются условия для восстановления механических осей нагрузок таза и анатомичной репозиции задних отделов вертлужной впадины.

При выборе хирургического доступа к задним отделам вертлужной впадины необходимо руководствоваться принципами:

- анатомичности, соответственно, доступ должен быть минимально травматичным;
- разрез должен производиться непосредственно над или вблизи зоны перелома и обеспечивать достаточный обзор задней колонны вертлужной впадины.

Это существенно, если учитывать, что любой около-, внутрисуставной перелом сопровождается компенсированным или субкомпенсированным нарушением микроциркуляции артикулярных и параартикулярных тканей.

Для открытой репозиции и стабилизации переломов вертлужной впадины применяются классические доступы и их вариации. При показаниях предпочтение отдается двум изолированным доступам во время одной операции или последовательно с интервалом в 3-4 дня.

Наш опыт лечения переломов вертлужной впадины показал, что при открытых вмешательствах должны соблюдаться следующие известные и разработанные положения:

- благоприятное для вмешательства время 5-14 сутки;
- достаточность доступа индивидуально для конкретного случая, соответственно - минимальная травматичность;
- при лечении переломов передней колонны вертлужной впадины необходимо учитывать полифокальный характер этого повреждения, обусловленный анатомо-функциональными особенностями тазового кольца;
- при двухколонных переломах очередность вмешательства: первым этапом восстановление механических осей таза – репозиция и остеосинтез передней колонны, вторым – задней колонны;
- скелетирование отломков в исключительных (застарелых) случаях;
- отказ от пересечения мышц;
- анатомичное сопоставление отломков;

- надежная стабилизация переломов оптимальным количеством погружных конструкций, при необходимости дополняемая АВФ;

- в случае технических трудностей производится остеотомия большого вертела со смещением его кзади.

Применение АВФ при лечении переломов вертлужной впадины возможно при наличии противопоказаний для открытого хирургического вмешательства или в качестве составляющей комбинированного остеосинтеза.

Проведенный нами анализ результатов лечения пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины в соответствии с комплексной оценкой исходов лечения, основанной на системе Э.Р. Маттиса показал:

- лечение АВФ нашей разработки при нестабильных переломах и повреждениях таза с учетом общей концепции остеосинтеза, основанной на анатомо-функциональных особенностях тазового кольца как системы, позволило получить отличные и хорошие результаты в сроки наблюдения 1 год,  $3\pm 0,5$  года,  $5\pm 0,5$  лет, обеспечило раннюю вертикализацию пациентов (на следующий день после операции, за исключением случаев тяжелых сочетанных и политравм), ходьбу на костылях с опорой на обе конечности;

- результаты лечения переломов вертлужной впадины с соблюдением разработанных положений для открытых вмешательств показал прямую зависимость отличных и хороших исходов от сроков оперативного лечения на всех этапах проведенного обследования;

- наибольшее количество отличных результатов хирургического лечения нестабильных повреждений тазового кольца и переломов вертлужной впадины получены при вмешательствах до 10 суток после полученной травмы;

- значительное ухудшение результатов хирургического лечения нестабильных повреждений тазового кольца и, особенно, переломов вертлужной впадины в сроки до и более 2 месяцев на всех этапах обследования требует неукоснительного соблюдения сроков хирургических вмешательств.

Соблюдение вертикальной унифицированной технологической модели оказания медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и вертлужной впадины в регионе с использованием современных диагностических и лечебных приемов приведет к улучшению качества оказанной специализированной высокотехнологичной медицинской помощи, к снижению количества осложнений и выхода пациентов на инвалидность.

#### Список источников

1. Черкес-Заде Д.И. Лечение повреждений таза и их последствий. - М: Медицина, 2006. - 405 с.
2. Одынский Б. (ред.). Переломы тазового кольца. - М.: Фолиум, 2003. - 262 с.
3. Potok P.S., Hoppes K.D., Umlauf M.J. Fractures of the acetabulum: imaging, classification and

understanding// Radiographics. - 1995. - №15(1). - P. 7-15

4. Рунков А.В., Шлыков И.Л. Полипроекционная рентгенография при повреждениях таза: медицинская технология. - Екатеринбург, 2009. - 210 с.

5. Лазарев А.Ф. Оперативное лечение повреждений таза: автореф. дис. ...доктора мед. наук. - М., 1992. - 42 с.

6. Мюллер М.Е., М. Альговер, Шнейдер Р., Виллингер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. - М.: Springen-Verlag, 1996. - 325 с.

7. Tile M. Fractures of the pelvis and acetabulum. - Baltimore: William and Wilkins, 1995. - 364 p.

8. Шлыков И.Л., Кузнецова Н.Л. Объективизация тяжести, характера, наличие осложнений и результатов лечения пациентов с повреждениями костей таза и вертлужной впадины // Гений ортопедии - 2011. - №1. - С. 17-26

9. Погосян И.А. Система диагностики и комплексного лечения нарушений опорно-двигательного аппарата у детей с мультифакторной патологией: автореф. дис. ...доктора мед. наук. - Пермь, 2007. - 38 с.

10. Szulc W. Urazoweo brazeniast awubiodrowego w swietledany chstat ystycznych// Materialy 22 Zjazdu Nauk P. T. O. i Tr. Warszawa, 1997. - 216 s.

11. Рунков А. В. Ошибки в лечении переломов костей таза и вертлужной впадины // Матер. I съезда травматологов-ортопедов Уральского Федерального округа. - Екатеринбург, 2005. - С. 204-206

12. Lobanov G.V., Hudobin V.J. Prudnikov J.V., Oksimets.V.M. Planning of reconstructive intervercionsat traumas of hip // Ortopedia Travmatologia Rehabilitacja (Lodz). - 2008 — Vol. 10. - P. 211-220

13. Стельмах К.К. Лечение нестабильных повреждений таза // Травматология и ортопедия России. - 2005. - №4. - С. 78-84

14. Якимов С.А. Отдаленные результаты оперативного и консервативного лечения повреждений костей и сочленений таза.: автореф. дисс. ... кандидата мед. наук. - М., 2000. - 29 с.

15. Ziran B.H., Chamberlin E., Shuler F.D. et all. Delays and difficulties in the diagnosis of lower urologic injuries in the context of pelvic fractures// J Trauma. - 2005. - №58. - P. 64-72

16. Маттис Э.Р. Оценка исходов переломов костей опорно-двигательного аппарата и их последствий: методические рекомендации. - М., 1983. - 43 с.

17. Хабибьянов Р.Я. Аппарат внешней фиксации для лечения повреждений тазового кольца. Общая концепция // Практическая медицина. - 2012. - №8. Том 1. - С. 86-98

18. Соколов В.А. Дорожно-транспортные травмы. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 320 с.

19. Хабибьянов Р.Я. Основы стабильности тазового кольца // Практическая медицина. - 2015. - №4. Том 1. - С. 95-101

**INFLUENCE OF MELATONIN ON OXYDATIVE STRESS AND ANTIOXIDATIVE DEFENSE IN ISCHEMIC HEART DISEASE****Zaslavskaya R.M.,***MD, professor, Main specialist,**Space Research Institute Russian Academy of science, Moscow***Kelimerdiyeva E.S.,***MD, Associate Professor of the Department of General Medical Practice with the course of Evidence-based Medicine, NAO "Astana Medical University", Respublik Kazakhstan, Nur-Sultan***Tejblum M.M.***Phd, Main specialist, Sogas, Moscow***ВЛИЯНИЕ МЕЛАТОНИНА НА ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС И АНТИОКСИДАТИВНУЮ ЗАЩИТУ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА****Заславская Р.М.,***д.м.н., профессор, Главный специалист**Института космических исследований Российской Академии наук, Москва***Келимбердиева Э.С.,***к.м.н., доцент кафедры Общей врачебной практики с курсом доказательной медицины, НАО**"Медицинский Университет Астана",**Республика Казахстан, г. Нур-Султан***Тейблум М.М.***к.б.н., Главный специалист, МСК Согаз-Мед, Москва***Abstract**

Oxidative stress (OS) is determined as a shift of dynamical balance in oxidant and antioxidant system in direction to hyperproduction of free radicals. This article is devoted to actual problem, concerning to the role of melatonin, influencing on oxidative stress and antioxidant defense in ischemic heart disease.

**Аннотация**

В условиях ишемии тканей, включающей ишемию миокарда, мощность естественных антиоксидантных систем оказывается недостаточной (Ducharme A., 2002). В связи с этим положением введение в организм естественных или синтетических антиоксидантов является обоснованным и оправданным. Одним из естественных антиоксидантов является мелатонин. Спектр его действия достаточно широк. Поэтому целесообразность его назначения у больных с ИБС и сердечной недостаточностью не вызывает сомнения. Установлено, что мелатонин, являясь нейрогоном эпифиза, представляет собой индольное производное, образующееся из 5-окситриптофана через ряд промежуточных звеньев, включая серотонин и N-ацетилтрансферазу и гидрооксипиндолон - O-метилтрансферазу. Образование мелатонина подчинено чёткому суточному ритму и зависит от внешней освещённости. Информацию об освещённости железа получает от фоторецепторов сетчатки после предварительного переключения на СХЯ гипоталамуса и на верхний шейный ганглий (Sakotnik A. et ei., 1999). Свет необходим для синхронизации биологических ритмов организма с ритмами окружающей среды, период которых составляет 24 часа. Мелатонин является основным мессенджером эндогенных ритмов, генерируемых супрахиазматическими ядрами (СХЯ) и одновременно корректором эндогенных ритмов относительно экзогенных ритмов окружающей среды. Исследования по изучению влияния мелатонина на оксидантный статус при ИБС малочисленны. В экспериментальных условиях было показано, что мелатонин приводит к уменьшению количества свободных радикалов, защищает миокард в период постишемической реперфузии, уменьшает размеры инфаркта миокарда и сокращает длительность желудочковой тахикардии. Мелатонин влияет на уровень перекисных липидов (ПОЛ) и активность антиоксидантных (АО) ферментов, уменьшая уровень малонового диальдегида и повышая активность Cu, Zn-супероксиддисмутазы и содержания глутатиона (Неверов И.В., 2001). Клинические исследования показали, что больные с ИБС имеют низкую продукцию мелатонина по сравнению со здоровыми лицами. Оценить наиболее корректно окислительный стресс можно по уровню продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ) в организме. Поэтому всем обследуемым лицам до и после курса лечения следует определять уровень малонового диальдегида (МДА), который является конечным продуктом ПОЛ, содержание глутатиона (GSH), глутатион-зависимых ферментов: глутатион-пероксидазы и глутатион-редуктазы (GSH-P, GSH-R), а так же каталазы и супероксиддисмутазы (COD) в эритроцитах (Evelo C., 1994).

**Keywords:** melatonin, oxidative stress, antioxidative defense, ischemic heart disease.**Ключевые слова:** мелатонин, оксидативный стресс, антиоксидативная защита, ишемическая болезнь сердца.

### Материал и метод.

Были обследованы 42 больных пожилого возраста с ишемической болезнью сердца (ИБС), стабильной стенокардией 2-3 функциональных классов (ФК), перенесших инфаркт миокарда и страдающих сердечной недостаточностью 2-3 ФК по классификации NYHA. Среди них было 15 мужчин и 27 женщин. Средний возраст больных составил  $69.9 \pm 1.8$  лет. Длительность заболевания была от 5 до 26 лет (в среднем - 14 лет). В эту группу вошли больные ИБС в сочетании с ГБ 3 стадии. 8 больных страдали сахарным диабетом 2 типа. У 5-х пациентов в анамнезе было нарушение мозгового кровообращения. Больные этой группы в плановом порядке получали базисное лечение (БЛ), включающее нитраты, бета-адреноблокаторы, ингибиторы АПФ, антиагреганты, мочегонные препараты в комбинации с мелатонином 1 раз в сутки в 22.00. Вся группа была разделена на 2 подгруппы (по 21 пациенту в каждой), в зависимости от дозы мелатонина. Больные 1-й подгруппы (ПП) принимали мелатонин в дозе 6 мг, пациенты 2-й подгруппы (ВП) получали мелатонин в дозе 3 мг. До и после 21-дневного курса лечения всем больным было проведено общепринятое клиническое, лабораторное и инструментальное обследование,

включая ЭКГ- и АД-мониторирование, ЭХОКГ, а также определение показателей окислительного стресса (ОС) и антиоксидантной защиты (АОЗ). Как было указано выше, для оценки окислительного стресса необходимо определить в динамике уровень продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ). С этой целью следует исследовать уровень малонового диальдегида (МДА), глутатион-зависимых ферментов: глутатион-пероксидазы и глутатион-редуктазы (GSH-P, GSH-R), каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) в эритроцитах

### Результаты.

Анализ полученных результатов свидетельствовал, что назначение мелатонина в комплексном лечении значительно улучшает клиническую симптоматику в обеих подгруппах больных с наступлением стойкого клинического эффекта почти одновременно: в 1-й подгруппе - на  $5 \pm 0.4$ , во 2-й подгруппе - на  $4,5 \pm 0.3$  суток. При этом в ПП не происходит динамики уровня холестерина (ХС) и триглицеридов (ТГ), во ВП - достоверно уменьшается уровень триглицеридов (ТГ) с  $1,99 \pm 0,2$  ммоль/л до  $1,72 \pm 0,2$  ммоль/л. Достоверной динамики уровня ХС в этой подгруппе не отмечается. Таблица 1.

Таблица 1.

Сравнительная оценка влияния мелатонина в разных дозах на фоне базисного лечения.

Показатели	Мелатонин 6 мг			Мелатонин 3 мг		
	До	После	Рразн	До	После	Рразн
Возраст	$70 \pm 2,05$			$69,7 \pm 2,9$		
Дни лечения	10			20		
Дни улучшения	$5 \pm 0,4$			$4,5 \pm 0,3$		
Холестерин	$5,2 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,3$	0,23	$6 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,3$	0,1
Триглицериды	$1,28 \pm 0,24$	$1,28 \pm 0,1$	1,0	$1,99 \pm 0,2$	$1,72 \pm 0,2$	0,01
ФКСН, NYHA	$3,4 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2$	0,002	$3,4 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,2$	0,002
ЧСС, уд/мин	$81 \pm 2,7$	$68 \pm 2,9$	0,005	$70 \pm 2,1$	$60 \pm 2,2$	0,002
САД мм.рт.ст.	$183 \pm 8,8$	$137 \pm 2,4$	0,001	$172 \pm 5,3$	$134 \pm 1,3$	0,001
ДАД, мм.рт.ст.	$101 \pm 3,9$	$85 \pm 1,4$	0,001	$95 \pm 3$	$82 \pm 1,3$	0,005
ДП, усл. ед	$147,8 \pm 8,9$	$93,9 \pm 5,2$	0,008	$120,3 \pm 4,7$	$80,1 \pm 2,8$	0,001
КАБ за сутки	$3 \pm 0,3$	$0,3 \pm 0,1$	0,001	$4 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,1$	0,001
ПБ, мин	$9,2 \pm 0,8$	$1 \pm 0,5$	0,002	$12 \pm 1,5$	$1 \pm 0,7$	0,002
КТН за сутки	$2,5 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,09$	0,01	$2,3 \pm 0,5$	$0,001 \pm 0,0$	0,01
ТФН, м	$94 \pm 21$	$145 \pm 24$	0,001	$102 \pm 24$	$179 \pm 25$	0,002
6минТХ	$184 \pm 28$	$246 \pm 31$	0,001	$174 \pm 15$	$253 \pm 19$	0,007

Улучшение клинической симптоматики отмечалось в обеих группах. Это проявлялось улучшением общего самочувствия, достоверным уменьшением количества ангинозных болей (КАБ) в течение суток, их продолжительности (ПБ), потребности в нитроглицерине за сутки (КТН), уменьшением или исчезновением одышки во вре-

мя нагрузки. Кроме этого, отмечалось увеличение степени толерантности к физической нагрузке (ТФН) и величины 6-ти-минутного теста ходьбой (6МТХ). Наряду с этим, в обеих подгруппах произошло почти одинаковое достоверное снижение ФКСН: в ПП- с  $3,4 \pm 0,2$  до  $2,7 \pm 0,2$ , во ВП- с  $3,4 \pm 0,1$  до  $2,6 \pm 0,2$ . Рис. 1.

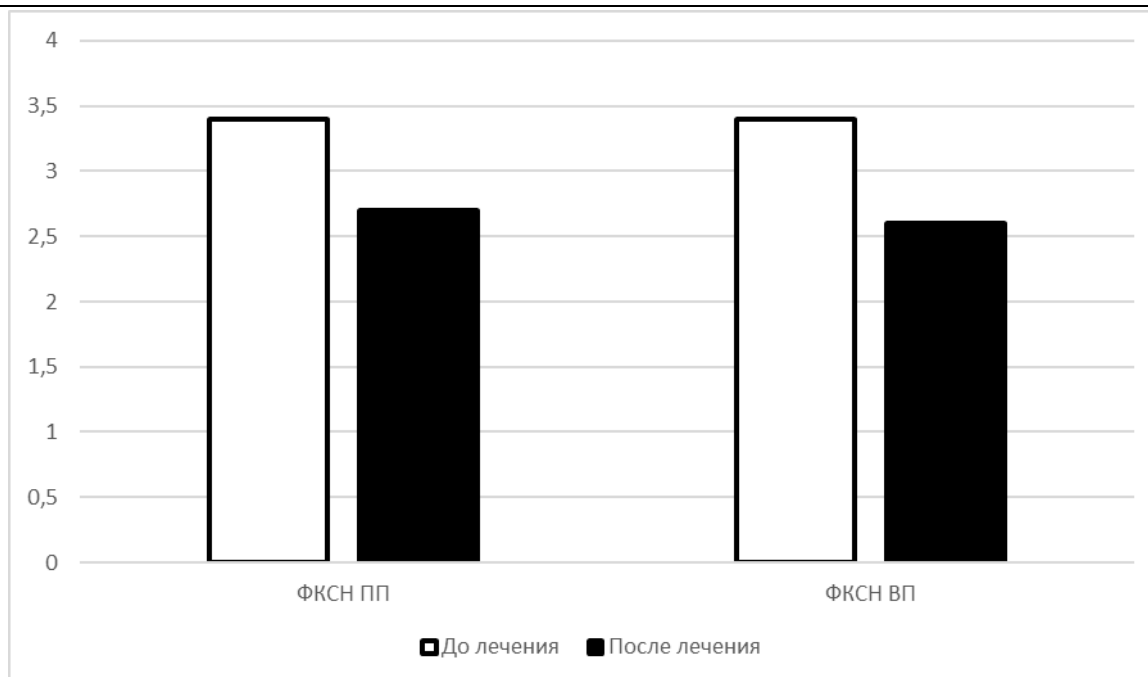


Рис.1. Динамика функционального класса сердечной недостаточности (ФКСН) после базисного лечения в сочетании с мелатонином в дозе 6 мг (ПП) (1-я подгруппа) и 3мг (ВП- 2-я подгруппа)

В ПП достоверно уменьшилось количество ангинозных болей с  $3 \pm 0,3$  до  $0,3 \pm 0,1$ , во ВП - с  $4 \pm 0,4$  до  $0,2 \pm 0,1$  ( $P < 0,001$ ). Рис. 2.

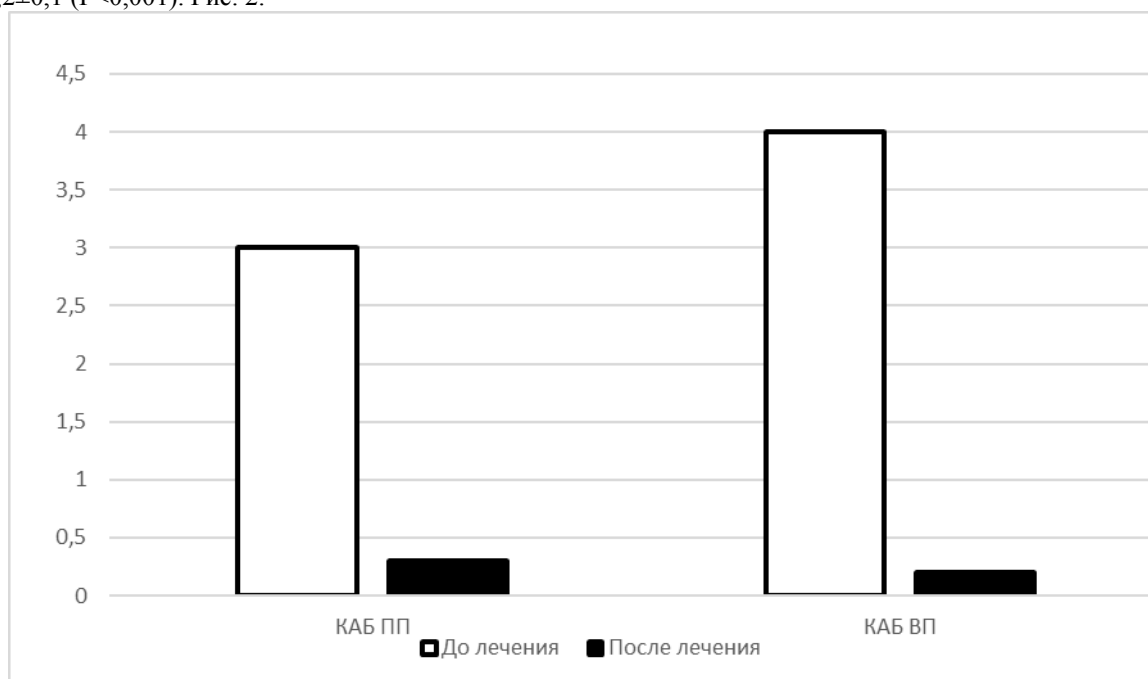


Рис.2. Динамика количества ангинозных болей (КАБ) после базисного лечения в сочетании с мелатонином в дозе 6 мг (ПП- 1-я подгруппа) и 3мг (ВП- 2-я подгруппа).

Продолжительность КАБ в ПП сократилась с  $9,2 \pm 0,8$  мин. до  $1,0 \pm 0,5$  мин., во ВП- с  $12 \pm 1,5$  до  $1,0 \pm 0,7$  мин. ( $P < 0,002$ ). Рис.3

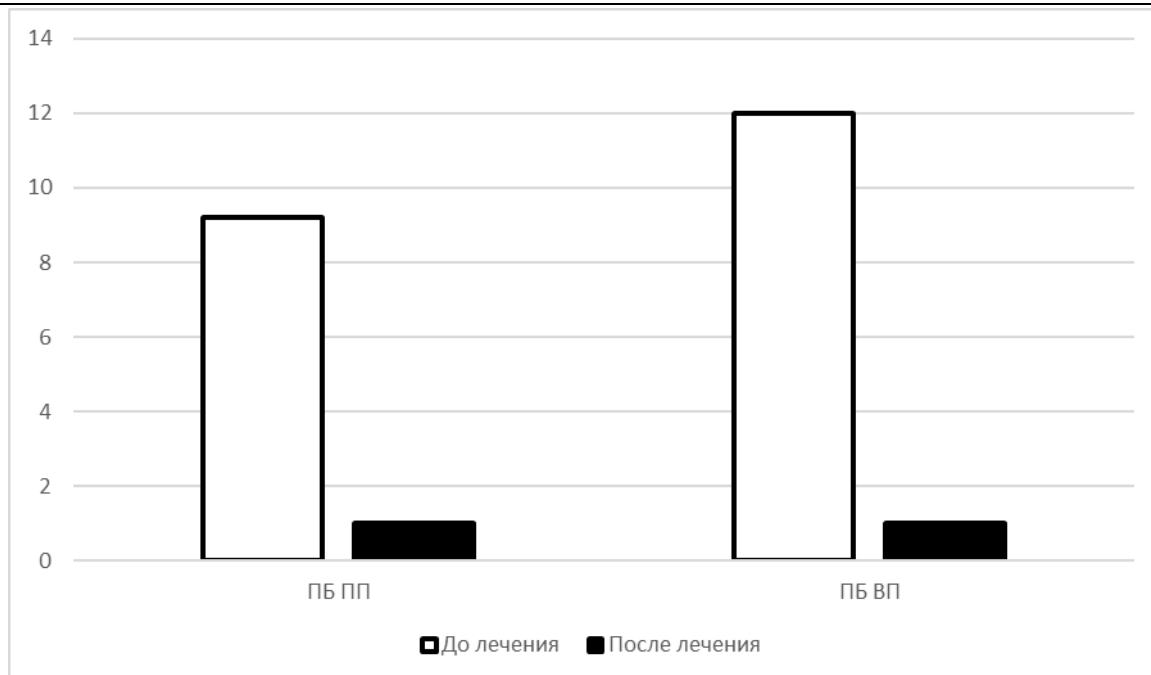


Рис. 3. Динамика продолжительности боли (ПБ) после базисного лечения в сочетании с мелатонином в дозе 6мг (ПП-1-я подгруппа) и 3 мг (ВП - 2-я подгруппа)

Количество таблеток нитроглицерина (КТН), необходимых для купирования ангинозных болей за сутки снизилось в ПП с  $2,5 \pm 0,2$  до  $0,1 \pm 0,09$ , во ВП- с  $2,3 \pm 0,5$  до  $0,001 \pm 0,0$  ( $P < 0,01$ ), Рис. 4.

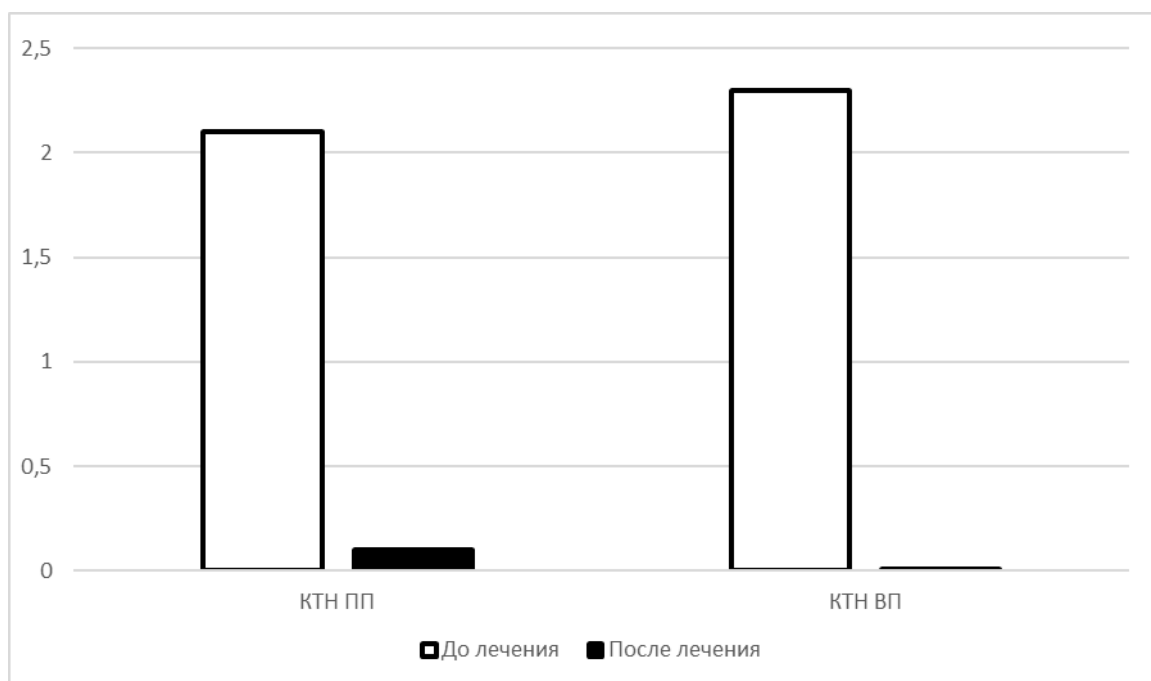


Рис.4. Динамика количества таблеток нитроглицерина (КТН) после базисного лечения в сочетании с мелатонином в дозе 6 мг (ПП - 1-я подгруппа) и 3 мг (ВП - 2-я подгруппа) ( $P < 0,01$ ).

Увеличение ТФН и 6МТХ было достоверным в обеих подгруппах и в ПП составило 51м и 62м соответственно, во ВП- 77м и 79-м соответственно. В ПП ТФН и 6МТХ повысились с  $94 \pm 21$ м до  $145 \pm 24$  м ( $P < 0.001$ ) и со  $184 \pm 28$ м до  $246 \pm 31$ м ( $P < 0.001$ ) соответственно, во ВП- со  $102 \pm 24$  м до  $179 \pm 25$ м ( $P = 0,002$ ) и со  $172 \pm 15$ мм до  $253 \pm 19$ м ( $P = 0,007$ ). Динамика гемодинамических параметров была достоверной в обеих подгруппах. Это проявилось снижением ЧСС в ПП с  $81 \pm 2,7$  уд/мин.

до  $68 \pm 2,9$  уд/мин ( $P = 0,005$ ), во ВП - с  $70 \pm 2.1$  уд/мин до  $60 \pm 2,2$  уд/мин ( $P = 0,002$ ).

Уровень САД достоверно снизился в ПП со  $183 \pm 8,8$  мм.рт.ст до  $137 \pm 2,4$  мм.рт.ст. ( $P < 0,001$ ), во ВП- со  $172 \pm 5,3$  мм.рт.ст. до  $134 \pm 1,3$  мм.рт.ст. ( $P < 0,001$ ). Уменьшение уровня ДАД в ПП отмечалось со  $101 \pm 3,9$  мм.рт.ст. до  $85 \pm 1,4$  мм.рт.ст. ( $P < 0,001$ ), во ВП- с  $95 \pm 3$ мм.рт.ст. до  $82 \pm 1,3$  мм.рт.ст. ( $p = 0.005$ ). Динамика гемодинамических параметров сопровождалась снижением энергетиче-

ческих затрат миокарда., что проявилось достоверным уменьшением двойного произведения (ДП) в обеих подгруппах. Анализ результатов исследования окислительного стресса до начала лечения в обеих подгруппах выявил наличие дисбаланса в системе оксиданты/антиоксиданты. Эти

изменения свидетельствуют об угнетении активности антиоксидантных ферментов при ИБС и могут рассматриваться как одна из причин интенсификации процессов ПОЛ, на что указывает повышенный уровень МДА у исследуемых больных. Таблица 2.

Таблица 2.

Сравнительная оценка дозо-зависимого эффекта мелатонина на показатели ПОЛ и АОЗ.

Показатель	Мелатонин 6 мг			Мелатонин 3 мг		
	Д	П	Рразн	Д	П	Рразн
МДА, нмоль/гНв	6,4±0,1	4,5±0,2	0,02	5,9±0,1	4,4±0,2	0,02
СОД, Ед/гНв	130±5,8	191±13,8	0,02	148±3	152±17	>0,05
Каталаза, Ммоль.гНв	7,4±0,4	7,3±0,4	>0,05	10±0,4	10,3±0,4	>0,05
GSH, Мкмоль/гНв	1,64±0,3	2,27±1,1	>0,05	1,3±0,3	1,71±0,7	>0,05
GSH-P, Мкмоль/мин.гНв	16,6±0,4	17,1±0,4	>0,05	15±0,4	16±0,7	>0,05
GSH-R, Мкмоль/мин.гНв	1,14±0,1	1,28±0,1	>0,05	1,5±0,1	1,6±0,1	>0,05

Анализ редокс-статуса в эритроцитах показал, что в обеих подгруппах, принимавших мелатонин в дозах 3мг и 6мг достоверно уменьшился уровень МДА, что может свидетельствовать о снижении

уровня ПОЛ. После проведенного курса базисного лечения с мелатонином уровень МДА в ПП снизился с 6.4±0.1нмоль/гНв до 4.5±0.2 нмоль/гНв. Рис.5

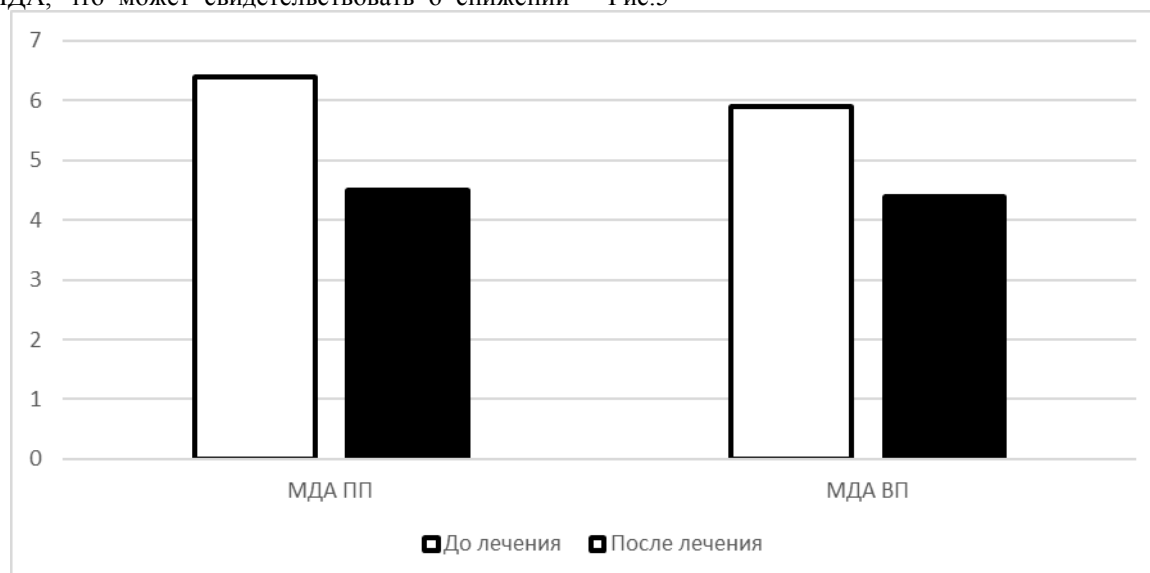


Рис.5. Динамика уровня малонового диальдегида (МДА) после курса базисного лечения в сочетании с мелатонином а дозе 6 мг (ПП - 1-я подгруппа) и 3 мг (ВП - 2-я – подгруппа) ( $P < 0,05$ ).

Активность СОД в ПП достоверно повысилась со 130±5,8 ед/гНв до 191±13,8 ед/гНв ( $P < 0,05$ ). Во ВП динамика этого параметра была несущественной. Изложенное свидетельствует об отсутствии влияния комбинации базисного лечения с мелатонином во ВП на АОЗ организма. В ПП АОЗ имеет тенденцию к активации в результате достоверного повышения активности СОД.

Сравнительная оценка влияния курса лечения в основных подгруппах и контрольной группы на

систему оксиданты/антиоксиданты показала, что в обеих подгруппах основной группы, принимавших мелатонин в дозах 3 мг и 6 мг, достоверно уменьшился уровень МДА, что может свидетельствовать о снижении уровня ПОЛ. Напротив, в контрольной группе уровень МДА не изменился, что свидетельствует об отсутствии влияния базисного лечения на систему перекисного окисления липидов. Рис.6.

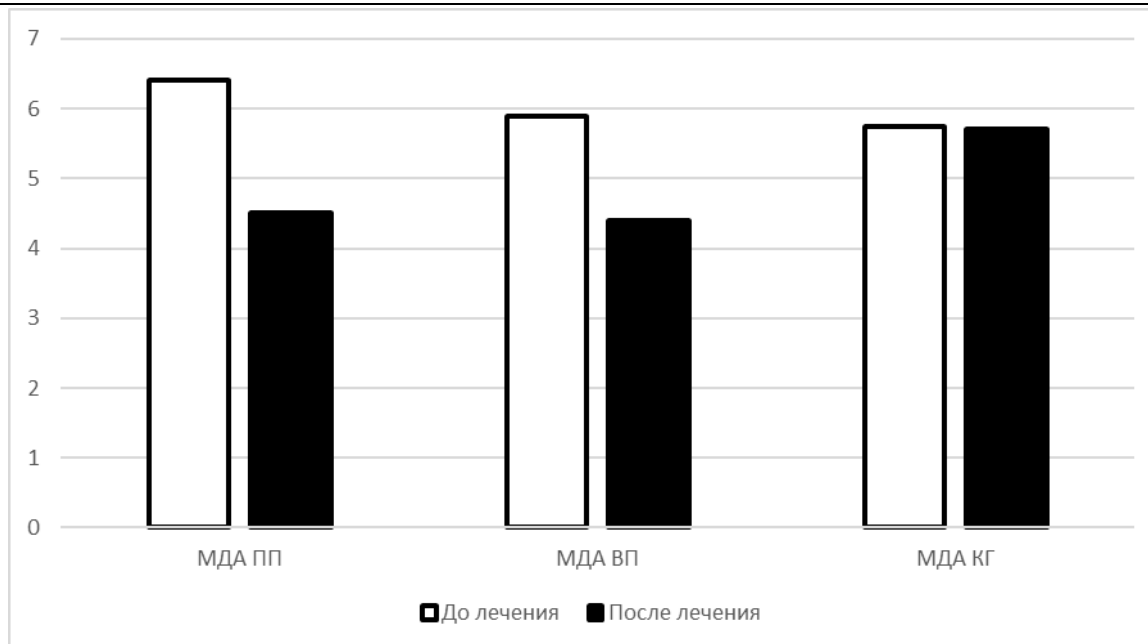


Рис.6. Сравнительная динамика уровня малонового диальдегида (МДА) в подгруппах основной группы и в контрольной группе после курса лечения ( $P < 0,05$ ).

Сравнительный анализ параметров антиоксидантного статуса в исследуемых группах показал, что мелатонин в дозе 6 мг в сочетании с базисным лечением способствовал достоверной динамике СОД со  $130 \pm 5,8$  ед/гНв до  $191 \pm 13,8$  ед/гНв. Во ВП основной группы, где доза мелатонина составила 3 мг, значимой динамики АС не отмечалось. При базисном лечении достоверно увеличилась активность только GSH-R с  $1.86 \pm 0.02$  мкмоль/мин.гНв до  $2.53 \pm 0.08$  мкмоль/мин.гНв. Во ВП основной группы терапия способствует только снижению уровня оксидантов, не влияя на активность антиоксидантного статуса. Проведенный курс только комплексного лечения (без мелатонина) не оказывает влияния на систему перекисного окисления липидов, а достоверное увеличение активности только GSH-R приводит к ещё большему дисбалансу в системе оксиданты/антиоксиданты.

#### Заключение.

Таким образом, сравнительная оценка эффективности курса лечения в контрольной группе и в подгруппах основной группы, получавших дополнительно мелатонин в дозах 3 и 6 мг, свидетельствует о преимуществах базисного лечения в сочетании с мелатонином. Это проявляется более выраженными клиническим, антиангинальным,

антиишемическим эффектами с наиболее выгодным их гемодинамическим и морфофункциональным обеспечением особенно в подгруппе больных, получивших мелатонин в дозе 6 мг. В этой же подгруппе в наилучшей степени произошел сдвиг в системе оксиданты/антиоксиданты в сторону снижения уровня оксидантов и повышения активности антиоксидантов. Изложенное свидетельствует, что дополнительное включение в комплексное лечение нейрогормона эпифиза - мелатонина можно считать обоснованным у пожилых больных ИБС, перенесших инфаркт миокарда и страдающих недостаточностью кровообращения

#### Литература

1. Неверов И.В. - Место антиоксидантов в комплексной терапии пожилых больных ишемической болезнью сердца // Русск. мед. журнал.-2001.- т.-9.- №18.- с.767-769
2. Ducharme A. - Antioxidants and congestive heart failure//J. Heart Fail.-2002.-v.7- #1, p. 2
3. Emelo C. - Toxicological stress indicators in human red blood cells // Maastricht.-1994.-p.58-61
4. Sakotnik A. et al. -Decreased melatonin synthesis in patients with coronary artery disease // Eur. Heart J.-1999.-# 18.-p.1314-1317



**CHRONOTHERAPY WITH TAKING INTO ACCOUNT TIME-DEPENDENT EFFECT OF BETAPRESSIN IN PATIENTS SUFFERING FROM HYPERTENSIVE DISEASE STAGE 2****Zaslavskaya R.M.,***MD, professor, Main specialist,**Space Research Institute Russian Academy of science, Moscow***Kelimerdiyeva E.S.,***MD, Associate Professor of the Department of General Medical Practice with the course of Evidence-based Medicine,**NAO "Astana Medical University", Respublik Kazakhstan, Nur-Sultan***Tejblum M.M.***Phd, Main specialist, Sogas, Moscow***ХРОНОТЕРАПИЯ С УЧЕТОМ ВРЕМЯ-ЗАВИСИМОГО ЭФФЕКТА БЕТАПРЕССИНА БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ 2 СТАДИИ****Заславская Р.М.***д.м.н., профессор, Главный специалист Института космических исследований Российской Академии наук, Москва***Келимбердиева Э.С.***к.м.н., Доцент кафедры Общей врачебной практики с курсом доказательной медицины, НАО "Медицинский Университет Астана", Республика Казахстан, г.Нур-Султан***Тейблум М.М.***к.б.н., Главный специалист, МСК Согаз-Мед, Москва***Abstract**

The article presents original authors data concerning actual problem of contemporary regimen such as chronotherapy with betapressin with taking into account time-dependent effect in patients, suffering from hypertensive disease stage 2.

**Аннотация**

Проблема оптимизации и повышения эффективности многолетней поддерживающей терапии неосложнённой гипертонической болезни (ГБ) является одной из наиболее актуальных в современной кардиологии. В связи с отсутствием чётких научно-обоснованных рекомендаций для применения различных оптимальных схем фармакотерапии разнообразных вариантов ГБ терапевты органов практического здравоохранения проводят лечение интуитивно, на основании только личного опыта. Больные принимают лекарства нерегулярно. АД контролируется у них нередко плохо и остаётся повышенным (Арабидзе Г.Г., 1988; Волков В.С., Цикулин А.Е., 1989). Традиционное назначение приёма лекарств 3-4 раза в день не способствует строгому соблюдению подобранной схемы лечения. Установлено, что клинический эффект не совпадает с фармакологической характеристикой гипотензивных препаратов. Весьма перспективным представляется выбор времени суток, когда гипотензивное действие препарата будет максимальным и сопровождаться оптимальными гемодинамическими сдвигами в организме. Это позволит уменьшить кратность приёма препаратов в течение суток, добиться меньшими дозами более выраженного эффекта. Нам представлялось целесообразным использование хронобиологического подхода к решению этой задачи. Хронотерапия больных ГБ, предложенная Р.М. Заславской с соавт. (1986), позволяет добиться стабильного клинического и гипотензивного эффектов при лечении меньшими дозами гипотензивных средств, а также уменьшить их побочные реакции. В нашей работе было проведено исследование время-зависимого эффекта гипотензивного препарата бетапессина (пенбуталола), производства фирмы Хехст (Германия), являющегося кардиоселективным бета-адреноблокатором пролонгированного действия. Он обладает умеренно выраженной собственной симпатомиметической активностью и мембраностабилизирующим действием.

**Keywords:** betapressin, time-dependent effect, cardioselective beta-adrenoblocker, hypertensive disease stage 2, chronotherapy.

**Ключевые слова:** бетапессин, время-зависимый эффект, селективный бета-адреноблокатор, гипертоническая болезнь 2-я стадия, хронотерапия.

**Материал и метод.**

Исследованы 44 больных ГБ 2 стадии, из которых были составлены 2 рандомизированных группы. 1-я группа - контрольная, включала 3 мужчин и 17 женщин в возрасте от 33 до 63 (средний возраст - 49.5±1.64 лет) с длительностью забо-

левания от 1 года до 30 (в среднем - 11.5±1.8) лет. Эта группа получала традиционную терапию (ТТ) бетапессином в разовой дозе по 40мг 2-3 раза в день. Суточная доза составила в среднем 108.4±6.25 мг., курсовая доза- 2276.4±146.2 мг. Среди больных 2-й группы (основной) было 13

мужчин и 11 женщин в возрасте от 37 до 74 (средний возраст -  $53.88 \pm 3.5$ ) лет. Длительность заболевания была от 1 года до 26 лет (в среднем -  $9.95 \pm 1.49$  лет).

Суточная доза препарата у них была равной 40 мг, курсовая доза -  $832.0 \pm 72.6$  мг. Курс лечения в обеих группах составил 3 недели (21 день). Больные основной группы слепым методом были разделены на 3 рандомизированных подгрупп по 3 человека в каждой в зависимости от времени приёма бетапрессиона: утром (в 07.00 или 10.00), днём (в 13.00 или 16.00) и вечером (в 19.00 или 22.00). Всем больным было проведено общепринятое клинико-лабораторное и инструментальное обследование, включая ЭХОКГ, ЭКГ- и АД-мониторирование.

Измеряли САД (систолическое артериальное давление), ДАД (диастолическое артериальное давление), АДср (среднее артериальное давление), ЧСС (число сердечных сокращений), УОС (ударный объем сердца), МОС (минутный объем сердца), СИ (сердечный индекс), ОПС (общее периферическое сопротивление), УПСС (удельное периферическое сопротивление), МСЛЖ (мощность сокращения левого желудочка),  $V_e$  (объемная скорость выброса крови из левого желудочка), А (полезная работа левого желудочка), Крац (коэффициент рациональности энергетических затрат), ДП (двойное произведение).

Полученные данные были подвергнуты статистическому методу вариационной статистики с использованием разностного метода. Биоритмоло-

гический анализ проводился по методу Ф.Халберга.

#### Результаты.

1. ВЛИЯНИЕ БЕТАПРЕССИНА НА КЛИНИЧЕСКУЮ СИМПТОМАТИКУ И ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ЕГО ПРИЁМЕ В УТРЕННИЕ ЧАСЫ (07.00 или 10.00)

Под наблюдением находились 8 больных ГБ 2 стадии в возрасте от 47 до 74 (в среднем -  $55.13 \pm 3.96$  лет). Среди них были 5 мужчин и 3 женщины. Длительность заболевания колебалась от 1 года до 10 (в среднем -  $5.63 \pm 2.15$  лет). Больные принимали бетапрессион в разовой дозе 40 мг 1 раз в сутки в 07.00 или 10.00. Суточная доза, таким образом, была равна разовой дозе. Курс лечения длился в среднем 21 день.

Курсовая доза бетапрессиона составила в среднем  $795.0 \pm 44.97$  мг. До лечения и по окончании курса терапии бетапрессином проводили анализ параметров гемодинамики через каждые 4 часа 6 раз в сутки (в 07.00 или 10.00 ; 13.00 или 16.00 ; 19.00 или 22.00). Надёжный гипотензивный и клинический эффекты устанавливались на  $3.0 \pm 0.46$  сутки. Под влиянием лечения отмечалось снижение ЧСС с  $73.1 \pm 1.1$  до  $65.29 \pm 1.16$  уд в 1 мин. (Разн < 0,01). Мезор ДАД снизился с  $92.19 \pm 1.18$  до  $82.81 \pm 1.69$  мм.рт.ст. (P < 0,001). Мезор АД ср. уменьшился со  $121.09 \pm 1.85$  до  $103.85 \pm 3.19$  мм.рт.ст. (P < 0,002). Гипотензивный эффект был обусловлен преимущественно урежением ЧСС и тенденцией к уменьшению ОПСС и УПСС. Таблица 1.

Таблица 1.

Результаты лечения бетапрессином при его применении в утренние часы (в 07.00 или 10.00).

Показатели	До лечения $M \pm m$	После лечения $M \pm m$	Рразн
ЧСС, уд. в мин.	$73,1 \pm 1,1$	$65,29 \pm 2,16$	< 0,01
САД, мм рт.ст.	$159,7 \pm 3,13$	$133,13 \pm 5,11$	< 0,01
ДАД, мм рт.ст.	$92,19 \pm 1,18$	$82,81 \pm 1,69$	< 0,01
АД ср. мм рт.ст.	$121,9 \pm 1,85$	$103,85 \pm 3,19$	< 0,01
УОС, мл	$35,34 \pm 2,53$	$39,62 \pm 3,07$	-
УИ, мл/м <sup>2</sup>	$18,48 \pm 1,35$	$20,70 \pm 1,78$	-
МОС, л/мин	$2,59 \pm 0,18$	$2,58 \pm 0,20$	-
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	$1,35 \pm 0,1$	$1,35 \pm 0,11$	-
ОПС, дин/сек/см <sup>-5</sup>	$3970,22 \pm 314,15$	$3391,0 \pm 267,82$	-
УПСС, дин/сек/см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	$2058,25 \pm 174,6$	$1776,32 \pm 132,93$	-
А, кГм	$0,06 \pm 0,0001$	$0,06 \pm 0,0001$	-
МСЛЖ, вт	$1,86 \pm 0,14$	$1,71 \pm 0,13$	-
$V_e$ , мл/сек	$115,32 \pm 9,13$	$123,69 \pm 9,63$	-
Крац. вт/мл	$0,05 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,0001$	< 0,001
ДП, усл. ЕД	$116,81 \pm 3,05$	$87,52 \pm 5,80$	< 0,001

Существенных изменений УОС, УИ, МОС, СИ под влиянием бетапрессиона в утренние часы не наблюдалось. Отмечалось снижение энергетических затрат миокарда, что проявлялось снижением ДП со  $116.81 \pm 3.05$  до  $87.57 \pm 5.8$  усл.ед (Рразн. < 0,001). Также уменьшился Крац с  $0.05 \pm 0,0001$  до  $0.04 \pm 0.0001$  (Рразн. < 0,001). Таким образом, бетапрессион в утренние часы вызывал отрицательный хронотропный, выраженный гипотензивный эффекты при некоторой тенденции к

уменьшению ОПСС и УПСС и существенное уменьшение энергетических затрат миокарда.

2. ВЛИЯНИЕ БЕТАПРЕССИНА НА КЛИНИЧЕСКУЮ СИМПТОМАТИКУ И ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ЕГО ПРИЁМЕ В ДНЕВНЫЕ ЧАСЫ (13.00 ИЛИ 16.00).

В подгруппе больных ГБ 2 стадии, лечение которых проводили бетапрессином в дневные часы (в 13.00 или 16.00) состояли снижением ДП 8 пациентов в возрасте от 42 до 66 (средний возраст -  $50.38 \pm 7.06$ ) лет с длительностью заболевания от 2

до 20 (в среднем -  $11.0 \pm 2.65$ ) лет. Среди них было 4 мужчин и 4 женщин. Также, как и больные 1 подгруппы, эти больные получали бетапессин в разовой дозе 40 мг 1 раз в сутки. Таким образом, средняя суточная доза препарата была равна средней разовой дозе. Курсовая доза составила  $930.0 \pm 112.5$  мг. Стойкий клинический и гипотензивный эффекты устанавливались на  $4.25 \pm 0.87$  сутки. Под влиянием лечения бетапессин в

дневное время существенной динамики ЧСС не было установлено. Бетапессин вызывал отчетливый гипотензивный эффект, о чём свидетельствовала динамика среднесуточных значений САД, ДАД, АДср до и после курса терапии: мезор САД снизился с  $169.48 \pm 3.62$  до  $141.87 \pm 3.42$  мм.рт.ст.; ДАД- со  $100.52 \pm 2.71$  до  $88.65 \pm 3.75$  мм.рт.ст.; АД ср.- со  $128.67 \pm 1.87$  до  $111.56 \pm 3.49$  мм.рт.ст. при Р разн.  $< 0,01$ . Таблица 2.

Таблица 2.

Результаты лечения бетапессином при его применении в дневные часы (в 13.00 или 16.00)

Показатели	До лечения М±m	После лечения М±m	Рразн
ЧСС, уд. в мин.	$64,58 \pm 3,11$	$65,13 \pm 1,76$	-
САД, мм рт.ст.	$169,48 \pm 3,62$	$141,87 \pm 3,42$	$< 0,01$
ДАД, мм рт.ст.	$100,52 \pm 2,71$	$88,65 \pm 3,72$	$< 0,01$
АД ср. мм рт.ст.	$128,67 \pm 1,87$	$111,56 \pm 3,49$	$< 0,01$
УОС, мл	$44,71 \pm 6,62$	$38,27 \pm 4,47$	-
УИ, мл/м <sup>2</sup>	$23,14 \pm 3,31$	$19,76 \pm 2,12$	-
МОС, л/мин	$2,86 \pm 0,40$	$2,49 \pm 0,28$	-
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	$1,48 \pm 0,20$	$1,28 \pm 0,13$	-
ОПС, дин/сек/см <sup>-5</sup>	$4518,19 \pm 819,44$	$4029,24 \pm 464,22$	-
УПСС, дин/сек/см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	$2384,48 \pm 462,97$	$2129,01 \pm 273,38$	-
А, кГм	$0,08 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,01$	$< 0,01$
МСЛЖ, вт	$2,52 \pm 0,41$	$1,93 \pm 0,29$	$< 0,01$
Ve, мл/сек	$147,34 \pm 24,04$	$126,65 \pm 15,47$	-
К рац. вт/мл	$0,06 \pm 0,0001$	$0,05 \pm 0,0001$	-
ДП, усл. ЕД	$109,69 \pm 6,33$	$92,53 \pm 3,49$	$< 0,02$

Как видно из представленных в таблице данных, гипотензивный эффект был обусловлен достоверным снижением САД, ДАД, АДср и достоверным снижением показателей сердечного выброса и ОПСС. Следует отметить уменьшение А с  $0.08 \pm 0.01$  до  $0.06 \pm 0.01$  кГм (Разн  $< 0,007$ ), уменьшение мезора МСЛЖ с  $2.52 \pm 0.41$  до  $1.93 \pm 0.29$  вт (Рразн.  $< 0,01$ ). Устанавливалось уменьшение энергетических затрат миокарда под влиянием бетапессина, принимаемого в дневные часы, что проявилось выраженным снижением ДП. гипотензивным эффектом бетапессина, принимаемого больными ГБ 2 стадии в дневные часы. При этом устанавливается отрицательный инотропный эффект, выразившийся в уменьшении среднесуточных значений УОС, МОС, СИ, УИ, а также снижением ОПСС. При этом ЧСС не изменялось.

3. ВЛИЯНИЕ БЕТАПЕССИНА НА КЛИНИЧЕСКУЮ СИМПТОМАТИКУ И ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ЕГО ПРИЁМЕ В ВЕЧЕРНИЕ ЧАСЫ (В 19.00 ИЛИ 22.00).

Данную подгруппу составили 8 пациентов ГБ 2 стадии в возрасте от 36 до 70 (в среднем -  $56.13 \pm 5.95$ ) лет с длительностью заболевания от 3 до 25 (в среднем -  $13.25 \pm 3.2$ ) лет. Среди них было 4 мужчин и 4 женщины. Разовая доза бетапессина составила 40 мг. Препарат назначали однократно в сутки в 19.00 или 22.00. Таким образом, суточная доза была равна разовой дозе. Средняя курсовая доза в этой подгруппе составила  $745.0 \pm 56.64$  мг. Положительный клинический эффект и стойкое гипотензивное действие бетапессина наблюдалось на  $4,0 \pm 0.46$  сутки. Под влиянием бетапессина, принимаемого в вечерние часы, отмечался отрицательный хронотропный эффект. Мезор ЧСС снизился с  $76.0 \pm 4.74$  до  $67.83 \pm 0.81$  уд в 1 мин. (Р разн.  $< 0,084$ ). Выявлялось гипотензивное действие бетапессина в виде существенного уменьшения мезора САД. со  $172.81 \pm 3.04$  до  $137.29 \pm 3.81$  мм.рт.ст. Мезор ДАД снизился с  $99.79 \pm 2.56$  до  $83.33 \pm 2.19$  мм.рт.ст. Мезор АДср. снизился с  $131.19 \pm 6.14$  до  $106.55 \pm 2.73$  мм.рт.ст. при Рразн.  $< 0,01$ . Таблица 3.

Таблица 3.

Результаты лечения бетапрессином при его применении в вечерние часы (в 19.00 или 22.00).

Показатели	До лечения М±m	После лечения М±m	Рразн
ЧСС, уд. в мин.	76,02 ± 7,74	67,83 ± 1,81	0,08
САД, мм рт.ст.	172,81 ± 3,04	137,29 ± 3,81	< 0,001
ДАД, мм рт.ст.	99,79 ± 2,56	83,33 ± 2,19	< 0,001
АД ср. мм рт.ст.	131,19 ± 6,14	106,55 ± 2,73	< 0,001
УОС, мл	45,18 ± 6,88	38,51 ± 4,84	-
УИ, мл/м <sup>2</sup>	24,99 ± 3,62	21,13 ± 2,19	-
МОС, л/мин	3,26 ± 0,38	2,59 ± 0,30	0,06
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	1,82 ± 0,20	1,63 ± 0,26	-
ОПС, дин/сек/см <sup>-5</sup>	3530,08 ± 388,96	3590,22 ± 299,39	-
УПСС, дин/сек/см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	2007,56 ± 252,67	2025,86 ± 198,33	-
А, кгм	0,08 ± 0,01	0,06 ± 0,01	< 0,02
МСЛЖ, вт	2,53 ± 0,36	1,76 ± 0,25	< 0,02
Ve, мл/сек	146,34 ± 21,06	121,45 ± 13,85	-
К рац. вт/мл	0,06 ± 0,0001	0,05 ± 0,0001	0,0001
ДП, усл. ЕД	131,37 ± 8,35	93,40 ± 4,47	< 0,01

Гипотензивный эффект бетапрессина в вечерние часы был обусловлен снижением ЧСС и уменьшением МОС. Мезор МОС снизился с 3.26±0.38 до 2.59±0.3 м/мин. Следует отметить отсутствие достоверных изменений ОПСС и УПСС. Выявлялось существенное уменьшение А, МСЛЖ, Крац, и ДП, что свидетельствовало о переводе миокарда на более экономичный режим работы. Таким образом, у больных ГБ 2 стадии наблюдался время-зависимый эффект бетапрессина. Он проявлялся тем, что гипотензивное действие в утренние часы было обусловлено преимущественно отрицательным хронотропным эффектом и небольшой тенденцией к уменьшению ОПСС, УПСС. Динамика ЧСС при применении бетапрессина в дневные часы не наблюдалась, равно как и не было существенных изменений ОПСС, УПСС. Бетапрессин, принятый в вечерние часы, вызывал достоверное уменьшение САД, ДАД, АД ср. Этот гипотензивный эффект обеспечивался снижением ЧСС и уменьшением МОС. Снижение мезора САД оказалось наибольшим при приёме препарата в вечернее время (на 30.6%), тогда как при приёме препарата утром и днём уменьшение САД составило 16.7% и 16.3%. Мезор ДАД под влиянием бетапрессина, применяемого вечером, также снизился в большей степени (на 16.5%), чем при приёме бетапрессина днём (на

11.8%) и утром (на 10.2%). В вечерние часы снижение АД сопровождалось заметным снижением МСЛЖ (до 30.4%). Таким образом, наши данные свидетельствуют о наибольшем гипотензивном эффекте бетапрессина при его приёме в вечерние часы по сравнению с дневным и утренними часами. При этом механизм обеспечения гипотензивного действия бетапрессина в разные часы суток оказался различным

#### 4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕРАПИИ БЕТАПРЕССИНОМ У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ 2 СТАДИИ.

Контрольную рандомизированную группу составили 20 больных ГБ 2 стадии, которые получали бетапрессин 2-3 раза в день по 40мг. До и по окончании 3-х недельного курса лечения бетапрессином изучали клиническую симптоматику и динамику показателей кровообращения. Анализ полученных данных свидетельствовал, что клинический, стойкий гипотензивный эффекты под влиянием традиционной терапии (ТТ) бетапрессином наступали на 5.9±0.89 суток лечения. Бетапрессин вызывал выраженный гипотензивный эффект. Так, САД уменьшилось со 184.8±5.12 до 155.5±5.26 мм.рт.ст., АД ср снизилось со 127.2±3.96 до 113.2±3.0 мм.рт.ст. при Рразн.<0,01). Однако снижение ДАД оказалось недостоверным. Таблица 4.

Таблица 4.

Показатели гемодинамики у больных ГБ 2 стадии до и после традиционного лечения бетапрессином.

Показатели	До лечения М±m	После лечения М±m	Рразн
ЧСС, уд. в мин.	61,3 ± 1,75	67,3 ± 2,37	0,05
САД, мм рт.ст.	184,8 ± 5,12	155,5 ± 5,26	< 0,01
ДАД, мм рт.ст.	98,5 ± 2,85	92,0 ± 2,17	-
АД ср. мм рт.ст.	127,2 ± 3,96	113,2 ± 3,0	< 0,05
УОС, мл	60,27 ± 4,50	62,57 ± 4,71	-
УИ, мл/м <sup>2</sup>	32,18 ± 2,36	33,73 ± 2,68	-
МОС, л/мин	3,68 ± 0,27	4,12 ± 0,28	-
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	1,80 ± 0,14	2,22 ± 0,16	0,05
ОПС, дин/сек/см <sup>-5</sup>	3092,0 ± 252,4	2400,5 ± 177,7	0,05
УПСС, дин/сек/см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	1673,5 ± 153,5	1279,6 ± 96,6	0,05
А, кгм	0,099 ± 0,0079	0,099 ± 0,0075	-
МСЛЖ, вт	3,62 ± 0,26	3,32 ± 0,19	-
Ve, мл/сек	213,7 ± 14,3	221,8 ± 12,8	-
К рац. вт/мл	0,061 ± 0,0006	0,055 ± 0,0006	0,01
ДП, усл. ЕД	114,6 ± 3,96	104,3 ± 4,51	-

Как видно из представленных в таблице данных, снижение САД и АД<sub>ср</sub> осуществлялось благодаря снижению ОПСС и УПСС с  $3092,0 \pm 252.4$  до  $2400.5 \pm 177.0$  дин/сек/см<sup>-3</sup> и с  $1673.5 \pm 153.5$  до  $1279,6 \pm 96.6$  дин/сек/см<sup>-5</sup>/м<sup>2</sup> соответственно (Р<sub>разн.</sub> < 0,05). Это обстоятельство обусловило достоверное возрастание СИ с  $1.8 \pm 0.11$  до  $2.22 \pm 0.16$  л/мин/м<sup>2</sup>. (Р<sub>разн.</sub> < 0,05) и тенденцию к увеличению МОС с  $3.68 \pm 0.27$  до  $4.2 \pm 0.28$  л/мин. Также отмечалась тенденция к повышению УОС и УИ. Очевидно, положительное хроно- и инотропное действие бетапрессиона обусловлено его собственной симпатомиметической активностью. Одновременно следует отметить достоверное снижение Крац (Р<sub>разн.</sub> < 0,01) и тенденцию к уменьшению ДП, МСЛЖ, что также свидетельствует о снижении энергетических затрат миокарда. В связи с существенным уменьшением ОПСС и УПСС отмечается тенденция к увеличению объёмной скорости выброса крови из левого желудочка (Ve) с  $213.7 \pm 14.3$  до  $221.8 \pm 12.5$  мл/сек.. Таким образом, гипотензивное действие бетапрессиона при ТТ было обусловлено снижением ОПСС и УПСС, тогда как при исследовании время-зависимых эффектов этого препарата в основной группе гипотензивный эффект бетапрессиона в вечерние часы обеспечивался уменьшением ЧСС и МОС. В дневные часы этот эффект был обусловлен снижением УИ, СИ, ОПСС, УПСС, а в утренние часы гемодинамическое обеспечение гипотензивного эффекта бетапрессиона реализовалось за счёт существенного отрицательного хронотропного эффекта. Перевод

миокарда на более экономичный режим работы наблюдался при приёме бетапрессиона в разные часы суток. Хроноструктура показателей гемодинамики под влиянием лечения бетапрессином в разное время суток не нормализовалась.

##### 5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАДИЦИОННОГО ЛЕЧЕНИЯ И ХРОНОТЕРАПИИ С УЧЁТОМ ВРЕМЯ-ЗАВИСИМОГО ЭФФЕКТА БЕТАПРЕССИОНА У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ 2 СТАДИИ.

Данный раздел работы был основан на анализе материалов 2-х серий исследований в основной и контрольной группах 44 больных ГБ 2 стадии. Среди них 20 больных получали ТТ бетапрессином в средней дозе 40мг 2 - 3 раза в день. Рандомизированная основная группа ГБ 2 ст. из 24 больных, получала бетапрессион в разовой дозе 40мг однократно в сутки по принципам хронотерапии. Среди больных основной группы были сформированы 3 рандомизированные подгруппы по 8 человек в каждой. Они получали бетапрессион 1 раз в день соответственно либо утром либо днём или вечером.. Время приёма препарата было определено слепым методом.. Полученные данные свидетельствуют, что стойкий клинический и гипотензивный эффекты у больных основной группы наступали раньше, чем при ТТ (на  $3.7 \pm 0.33$  сутки при ХТ, против  $5.9 \pm 0.82$  сутки при ТТ). Среднесуточная доза бетапрессиона при ТТ была более, чем в 2 раза выше, чем при ХТ. Рис.1

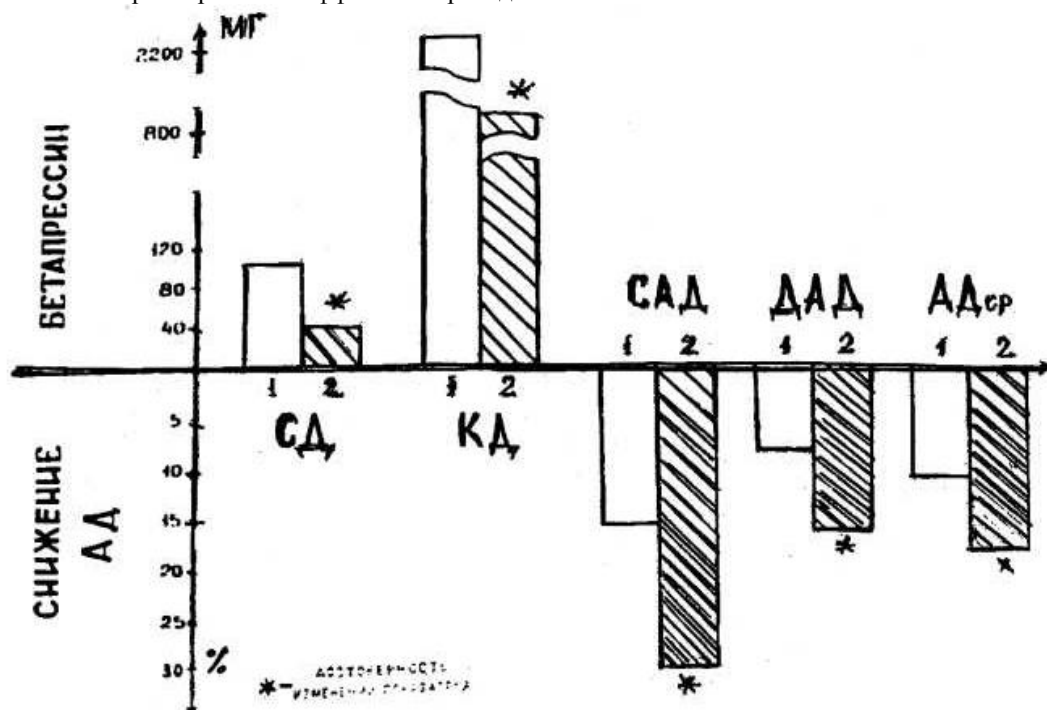


Рис. 1. Суточные, курсовые дозы (СД, КД) и степень снижения АД при ТТ (1) и ХТ(2) бетапрессином.

При ТТ гипотензивный эффект был обусловлен достоверным снижением ОПСС и УПСС. При этом имело место достоверное возрастание СИ, что было связано с увеличением ЧСС. Эти эффекты бетапрессиона зависели, по-видимому, от собственной симпатомиметической активности пре-

парата. Снижение САД при ТТ составило 15.9%, ДАД - 6.6%, АД<sub>ср</sub> - 11%. ЧСС увеличилось на 9.8%, СИ- на 23.3%, снижение ОПСС и УПСС соответственно составило 22.4% и 23.5%. При этом не было отмечено существенного снижения энергетических затрат миокарда под влиянием бета-

прессина по данным ДП, А, МСЛЖ, Ve. В отличие от ТТ бетапрессином, препарат, принимаемый в утренние и вечерние часы, вызывал уменьшение ЧСС, что обеспечивало гипотензивное действие бетапрессина утром и вечером. Кроме этого, было отмечено отсутствие отрицательного хронотропного действия бетапрессина, принимаемого в дневные часы и обеспечение гипотензивного действия за счёт снижения УИ, СИ, ОПСС, УПСС в дневное время. Бетапрессин в режиме ХТ, принимаемый в малых дозах, вызывал существенное уменьшение энергетических затрат миокарда и переводил его на более экономичный режим работы. Анализ полученных данных свидетельствует о более выраженном гипотензивном эффекте бетапрессина при ХТ по сравнению с ТТ. Так, ДАД при ТТ снизилось на 6.6%, тогда как при ХТ в условиях применения бетапрессина утром ДАД снизилось на 10.2%, днём - на 11.8% и вечером - на 16.5%. САД при ТТ снизилось на 15.9%. При ХТ в условиях применения бетапрессина вечером мезор САД уменьшился на 30.6%, в дневные и утренние часы - на 16.7% и 16.3%, АД ср - на 18.8%, ДАД-на 11.8% и 10.2% днём и утром.

#### **Заключение.**

Таким образом, нами установлен время-зависимый эффект бетапрессина, проявляющийся как в различной степени гипотензивного действия препарата, так и в различии механизма его обеспе-

чения в разное время суток. Одновременно определена большая эффективность хронобиологического подхода к лечению бетапрессином больных ГБ по сравнению с ТТ. Эти особенности гемодинамических эффектов бетапрессина, принимаемого в разное время суток, обусловлены, по-видимому, хронофармакокинетикой препарата, элиминация которого осуществляется через почки, ритмическая функция которых считается установленной. Одновременно следует отметить значительную роль циркадианного ритма чувствительности адренорецепторов органов-мишеней, с чем связано неодинаковое адреноблокирующее действие бетапрессина в разное время суток в отношении сердца и сосудов

#### **Литература**

1. Арабидзе Г.Г. - Клинические аспекты оптимизации лечения системной артериальной гипертензии // Кардиология.- 1988.- №1.- с.5-9.
2. Волков В.С., Цикулин А.Е. -Лечение и реабилитация больных гипертонической болезнью в условиях поликлиники // М.- Медицина.-1989.- 255с.
3. Заславская Р.М. с соавт. - Хронотерапия гипотензивными препаратами больных гипертонической болезнью // Методические рекомендации МЗ СССР. -1986.-16с.

# PHYSICAL SCIENCES

## SPECIAL THEORY OF RELATIVITY TAUGHT IN ALL PHYSICS TEXTBOOKS IS INCORRECT

**Antonov A.A.**

*PhD, HonDSc, HonDL, H.ProfSci, ResProf  
Independent Researcher, Kiev, Ukraine*

### Abstract

The article It is shown that the entire practice of using Ohm's law in the theory of linear AC circuits is a theoretical and experimental evidence of physical reality of imaginary numbers. And therefore, the version of the special theory of relativity (SRT) set forth in all physics textbooks, denying physical reality of imaginary numbers through the use of the principle of light speed non-exceedance, is incorrect.

**Keywords:** Imaginary numbers, Ohm's Law; Resonance; Transient Processes; Special Theory of Relativity

### 1. Introduction

The currently generally accepted version of the special theory of relativity (SRT), created at the beginning of the 20th century by Joseph Larmor, Nobel laureate Hendrik Antun Lorentz, Jules Henri Poincaré, Nobel laureate Albert Einstein and other prominent scientists, which is now studied in all university and even school physics textbooks, is incorrect [1], since from the postulated principle of not exceeding the speed of light in it follows the statement about the physical unreality of imaginary numbers, which was refuted experimentally. Consequently, statements about physical unreality of imaginary numbers and uniqueness of our visible universe following from this principle also turned out to be incorrect.

Besides, this postulate has been relevant for the SRT only because relativistic formulas obtained in the theory at superluminal velocities correspond to imaginary mass, imaginary time and other imaginary physical quantities, the meaning of which could never be explained by anyone.

In this regard, it is appropriate to recall that imaginary numbers appeared in mathematics about 500 years ago in the works of Scipione del Ferro, Niccolò Fontana Tartaglia, Gerolamo Cardano, Lodovico Ferrari and Rafael Bombelli [2]. And [3] even asserts that imaginary numbers were discovered even before by Paolo Valmes, who was sentenced to death at the stake by Spanish inquisitor Tomás de Torquemada for this discovery.

However, despite the fact that in subsequent years a perfect theory of functions of a complex variable was created by efforts of outstanding mathematicians Abraham de Moivre, Leonhard Euler, Jean Le Rond D'Alembert, Caspar Wessel, Pierre-Simon de Laplace, Jean-Robert Argand, Johann Carl Friedrich Gauss, Augustin Louis Cauchy, Karl Theodor Wilhelm Weierstrass, William Rowan Hamilton, Pierre Alphonse Laurent, Georg Friedrich Bernhard Riemann, Oliver Heaviside, Jan Mikusiński and others, it did not explain physical sense of imaginary numbers.

Although imaginary numbers are now widely used in all exact sciences, such as optics, electrical

engineering, radio electronics, mechanics, hydraulics, acoustics, etc, they neither explain physical sense of imaginary numbers. However, in contrast to the existing version of the SRT, these sciences have never denied physical sense of imaginary numbers over the past 500 years, even not knowing how to explain it.


It is not surprising that not everyone among physicists agreed with such a simple solution to the complex problem of explaining physical sense of imaginary numbers proposed by the creators of the SRT. Therefore, such complex experiments as MINOS carried out at the American Tevatron Collider and OPERA carried out at the European Large Hadron Collider took place. They aimed at refuting the postulated principle of light speed non-exceedance by detecting neutrinos moving with superluminal velocities, and thereby proving physical reality of imaginary numbers. However, physical community found the results of these experiments unreliable and ignored them.

Nevertheless, other experiments [4] - [8] were carried out at the same time. They actually solved the problem. That is, they refuted the principle of light speed non-exceedance. These experiments can be repeated and verified in any radio electronic laboratory and, therefore, are absolutely reliable and evidential. The existing version of the SRT actually collapsed like a house of cards without the principle of light speed non-exceedance that had been refuted.

Therefore, let's give a brief description of these and subsequent [9] - [15] very important and successful radio engineering experiments, alternative to the unsuccessful MINOS and OPERA physics experiments.

### 2. Proof of physical reality of imaginary numbers using Ohm's law in the interpretation of Steinmetz

Ohm's law in the interpretation of Steinmetz [16] is used literally at every turn when studying any linear electrical circuits. This well-known law appears to prove physical reality of concrete imaginary numbers [17]-[21] in addition to its possibility to be used for engineering calculations. Let's make sure of this.

 This is an extended version of the article "Antonov A.A. The special theory of relativity taught in all physics textbooks is wrong. International Conference of Eurasian Scientific Association. Theoretical and practical issues of modern science. Moscow: ESA. 2021. 7(77). 11-15. (In Russian) www.esa-conference.ru"

Only three different types of passive electrical elements are used in the theory of linear electric circuits. They are resistors  $R$ , capacitors  $C$  and inductors  $L$ .

Dependence between the electric current  $i(t)$  flowing through them and the voltage  $u(t)$  applied to them is generally described as follows

$$i(t) = u(t)/R \quad (1a)$$

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt} \quad (1b)$$

$$i(t) = C \frac{du(t)}{dt} \quad (1c)$$

Algebraic dependence (1a) is called Ohm's law for direct current circuits. And the dependences (1b) and (1c) between the functions and are apparently differential-integral and strictly do not correspond to Ohm's law. But in one special case important for practice, for sinusoidal currents  $i(t)$  and voltages  $u(t)$ , formulas (1b) and (1c) can also be converted to algebraic expressions

$$u(t) = j\omega L i(t) \quad (2a)$$

$$i(t) = j\omega C u(t) \quad (2b)$$

using the symbolic method proposed by Charles Proteus Steinmetz, according to which the real physical effect is replaced by the effect corresponding to the Euler formula. Imaginary unit is designated here as  $j$ , since designation  $i$  in the theory of electrical circuits is used for electric current.

And the algebraic expressions (2a) and (2b) correspond to Ohm's law, as can be seen. Moreover, the value  $X_L = j\omega L$  is the electrical resistance of an inductor, and the value  $X_C = 1/j\omega C = -j/\omega C$  is the electrical resistance of a capacitor. These electrical resistances are measured by imaginary numbers opposite in sign, in contrast to the electrical resistance of a resistor, measured by real numbers.

Therefore, the magnitude of complex resistance of any alternating current circuit containing not only resistors  $R$ , but also capacitors  $C$  and/or inductors  $L$  depends on frequency. Thus, in accordance with Ohm's law in the interpretation of Steinmetz the mag-

nitude of flowing current depends on frequency. Moreover, this dependence is easily determined using devices available in any radio electronic laboratory.

And if the postulate of physical unreality of imaginary numbers were correct, then the magnitude of flowing current in any alternating current circuit would have to depend only on the magnitude of resistance and never on the magnitude of capacitance and inductance. Therefore, current magnitude should not change when oscillation frequency of sinusoidal voltage applied to such an electric circuit changes. But any experiment disproves this assumption.

Thus, evidence of physical reality of imaginary numbers that could not be obtained by the MINOS experiment at the Tevatron collider and the OPERA experiment at the Large Hadron Collider turns out to be de facto obtained long ago by millions of engineers all over the world and it is daily confirmed by their practical activities in all radio electronic laboratories.

Notably, this plain evidence of the principle of physical reality of imaginary numbers obtained by measuring required parameters of electric circuits with devices, such as testers (see Figure 1), oscilloscopes, etc., available in any radio engineering laboratory is the most convincing.

After all, it is exactly the ability to register with devices X-ray, radioactive, ultraviolet and infrared radiation, infra and ultrasound, magnetic field, atoms and subatomic particles, as well as many other physical entities that are not registered by the human senses, proves their physical reality. Why, then, proving physical reality of imaginary numbers required the unique expensive OPERA and ICARUS experiments at the Large Hadron Collider involving several hundred professors instead of a simple and cheap experiment using an ordinary tester in physics and involving only one radio engineer? That is because physical community did not actually need the proof and scientific truth. They only needed to create impression that refutation of the principle of light speed non-exceedance in the SRT was an extremely difficult matter, due to which the principle was actually irrefutable, and the version of the SRT presented in textbooks was correct.



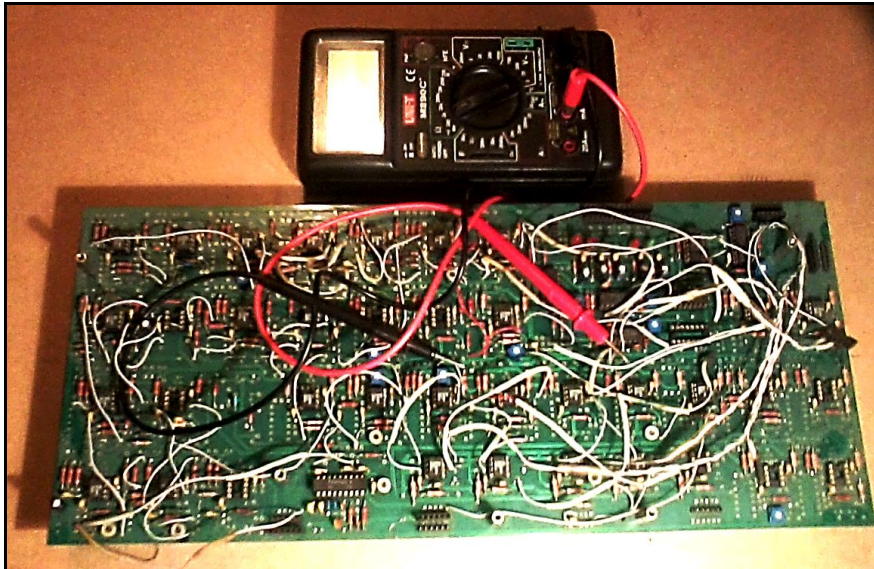


Fig. 1. And this is all that is needed instead of the Large Hadron Collider for the experimental proof of the physical reality of imaginary numbers.

In fact, since mathematics is the single universal language of all exact sciences, correct mathematical interpretation of radio engineering and any other experiments is indisputably convincing for all other exact sciences. After all, the Nature is integral. And only people created many sciences to describe it due to their limited intellectual capacity. However, it is natural that sciences cannot refute each other.

Thus, since the principle of physical reality of imaginary numbers in the SRT has been experimentally proved, there is no need for the postulated principle of light speed non-exceedance and for corrected relativistic formulas that allow explaining the SRT at superluminal velocities.

### 3. Proof of physical reality of imaginary numbers as a result of study of resonance

Resonance was discovered by Galileo di Vincenzo Bonaiuti de'Galilei back in 1602 [22]. But all textbooks give only a description of near-resonance processes at real frequencies, whereas a perfect theory of resonance at complex frequencies [4]-[7], [9], [11], [14] has not yet been provided in any textbook of physics.

Indeed, attributes of resonance in electric LC-circuits are considered to be:

- extreme value of the forced component of response at resonance frequency;
- zero phase shift between the impact and the forced component of response at resonance frequency;
- equality of resonance frequency and frequency of free (in particular, shock) oscillations.

However, in the simplest electric LCR-circuits these attributes manifest themselves only approximately. Therefore, in accordance with its current incorrect (or rather, approximate) interpretation in most of oscillation LCR-circuits:

- different real resonance frequencies correspond to the first and the second attributes of resonance mentioned above;
- several (two for second-order circuits) real resonance frequencies usually correspond to each of the above-mentioned attributes of resonance;

- resonance frequencies never equal to frequency of free oscillations, as shown by Leonid Isaakovich Mandelstam [23].

Actually, difference of resonance frequency and frequency of free oscillations from the frequency is insignificant and does not usually exceed experimental error. However, difference between the speed of light and the speed of neutrino in the MINOS and OPERA experiments was also insignificant and did not exceed experimental error. Nevertheless, some dozens of articles analyzing possible experimental errors were published following several months after publication of the OPERA experiment results. And their result was the ICARUS experiment claiming that the OPERA experiment was wrong.

At the same time, although the results of theoretical and experimental studies of resonance in electric LCR-circuits, proving physical reality of imaginary numbers, were published more than ten years ago, they still have been neither refuted nor commented on. Even despite the fact that the principle of physical reality of imaginary numbers in these studies is confirmed by existence of television and telecommunications, radiolocation and GPS navigation, resonance, Ohm's law and so on.

### 4. Proof of physical reality of imaginary numbers as a result of study of transient processes

Modern algebra is self-contradictory. For example, to solve quadratic equations two algorithms are usually applied, of which one using well-known real numbers and the other using incomprehensible complex numbers. Moreover, in the first case it is argued that sometimes there can be two solutions, sometimes one solution, and sometimes no solution at all.

In the second case it is argued that there are always two solutions, which can be both real and complex numbers. At the same time, the obvious fact that two different mutually exclusive solutions (when  $b^2 - 4ac < 0$ ) cannot exist is ignored.

So where is the truth? Which solution is true? In the formal logic, the Latin aphorism 'Tertium non

datum', i.e, there is no in-between, corresponds to this situation.

Since a purely mathematical convincing answer to the question posed has not yet been found, we shall use a physics experiment [8], [9], [14]. Let us consider the so-called transient processes that for whatever reason (usually under external influence) correspond to transition of any energy-intensive system from one energy state to another. They are due to the fact that energy change can never be naturally instantaneous. Therefore, such a transient process always takes some time.

And determination of transient process parameters requires solving of the so-called algebraic characteristic equations that are in a certain way connected with differential equations describing behavior of such systems.

Transient processes are met everywhere. For example, they include oscillations of a pendulum after being pushed by someone. Therefore, everyone can perform this simple physics experiment and make sure that

- oscillatory transients exist;
- oscillations are damped;
- damping of oscillations takes some time.

These experimental data are quite enough in order to get an answer to the above-posed question of which of the solutions of the algebraic equation is correct.

An aperiodic transient process turns out to correspond to solution of the algebraic characteristic equation  $ax^2 + bx + c = 0$  at a positive value of the discriminant  $b^2 - 4ac > 0$ . A critical transient process corresponds to solution of the quadratic characteristic equation at  $b^2 - 4ac = 0$ . And oscillatory transient process (in the form of damped oscillations; let's recall here the movement of a pendulum after a push) corresponds to solution of the quadratic characteristic equation at  $b^2 - 4ac < 0$ .

They all really exist. Moreover, for the cases when  $b^2 - 4ac > 0$  and  $b^2 - 4ac = 0$ , there are coinciding solutions of algebraic quadratic equations according to both of the above algorithms using real and complex numbers.

However, when  $b^2 - 4ac < 0$ , there is a solution in the form of complex numbers. So, there is oscillatory transient process corresponding to such a solution. When  $b^2 - 4ac < 0$ , there is no solution in the form of real numbers. And therefore, there should be no transition process corresponding to such a solution. Nevertheless, everyone can make sure that oscillatory transient process exists just pushing a pendulum.

Similar conclusions can be drawn for solutions of higher order algebraic characteristic equations. And such conclusions are experimentally confirmed by bell ringing and piano music, tsunami and swinging children's swings, Indian summer (or, conversely, spring

frosts) and many other natural and man-made phenomena.

Therefore, it is to be concluded that the only true solution to algebraic equations is a solution in the form of complex numbers. In that case, complex (and, consequently, imaginary) numbers should be recognized as physically real.

## 5. Conclusions

Since the Nature is integral and non-contradictory, the Science trying to explain it must also be integral and non-contradictory. Therefore, it is unacceptable that different scientific theories are inconsistent. Consequently, the principle of physical reality of imaginary numbers proven in the theory of electrical circuits must be recognized as general scientific and all scientific theories must be corrected taking into account the principle.

Nevertheless, despite even several of the above-mentioned experimental proofs of the principle of physical reality of imaginary numbers [4]-[15], [17]-[21], the principle of light speed non-exceedance is still believed to be true in all physics textbooks. And textbooks still set out the generally accepted, but incorrect version of the SRT.

Thus, as shown above, stating that imaginary numbers are physically unreal, authors of these textbooks actually deny physical realities that undoubtedly exist next to them and are known to everyone, in particular, television and telecommunications, radiolocation and GPS navigation, bell ringing and piano music, tsunami and 'Indian summer', children's swing, resonance, Ohm's law and so on. Authors of these textbooks have neither understood nor explained to readers that all this refutes the SRT. This circumstance naturally raises doubts about the accuracy of presentation of other sections of such textbooks. For example, sections related to astrophysics explaining physical processes and objects that are very distant from us, much more distant and difficult to understand than bell ringing and children's swings.

## 10. Conclusions

It is regrettable that authors of physics textbooks, as well as scientific literature setting out and popularizing modern physics are unaware of the fact that fundamental scientific laws (Ohm's law and resonance) and well-known natural phenomena and man-made processes (tsunami, sound of church bells, piano music, swinging children's swings, television, radiolocation, etc.) indisputably prove physical reality of imaginary numbers. Therefore, currently existing versions of the theory of relativity, quantum mechanics and other exact sciences need to be corrected accordingly.

In this regard, scientific works of the 1988 Nobel Prize laureate Melvin Schwartz [24], who proved that development of the theory of relativity is impossible without a deep understanding of problems of both electrodynamics and electrical engineering, as well as works of the 1965 Nobel Prize laureate Julian Seymour Schwinger [25], who proved that development of quantum mechanics is impossible without a deep understanding and solution of problems of electrodynamics are of outstanding significance.

The generally accepted version of the special theory of relativity presented now in physics textbooks is incorrect, since all the relativistic formulas obtained in the theory are incorrect, they have been incorrectly explained using the incorrect principle of light speed non-exceedance and entailed wrong conclusions consisting in existence of only our visible universe and physical unreality of imaginary numbers [26]-[29].

The corrected alternative version of the SRT is proposed in [29]-[32].

#### Acknowledgements

The author is grateful for participation in the discussion of the paper to Olga Ilyinichna Antonova, whose criticism and valuable comments contributed to improvement of the paper.

#### References

1. Steinmetz C.P. (2010) Theory and Calculation of Electric Circuit. Nabu Press., Charlstone, SC.
2. Larmor J. J. (1897) A Dynamical Theory of the Electric and Luminiferous Medium. Part III. Relations with Material Media. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 190. 205-300
3. Lorentz H. A. (1899) Simplified theory of electrical and optical phenomena in moving systems. Proceeding of the Royal Netherlands Academy of Arts and Science. 1. 427-442
4. Poincaré H. (1905) On the dynamics of the electron. Comptes Rendus. 140. 1504–1508.
5. Einstein, A. (1905) Zur Elektrodynamik bewegter Körper. Annalen der Physik. 17(10). 891 – 921.
6. Antonov A.A. (2008). Physical Reality of Resonance on Complex Frequencies. European Journal of Scientific Research. 21(4), 627 – 641
7. Antonov A.A. (2009) Resonance on Real and Complex Frequencies. European Journal of Scientific Research. 28(2), 193 – 204
8. Antonov A.A. (2010) Solution of algebraic quadratic equations taking into account transitional processes in oscillation systems. General Mathematics Notes, 1(2), 11 – 16.  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2010-887](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2010-887)
9. Antonov A.A. (2010) New Interpretation of Resonance. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology, 1(2), 1 – 12.  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2010-888](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2010-888)
10. Antonov A.A. (2010) Oscillation processes as a tool of physics cognition. American Journal of Scientific and Industrial Research, 1(2), 342 – 349.  
doi:10.5251/ajsir.2010.1.2.342.349
11. Antonov A. A. (2013), Physical Reality of Complex Numbers. International Journal of Management, IT and Engineering. 3(4) 219 – 230.  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2013-898](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2013-898)
12. Antonov A.A. (2015). Physical reality of complex numbers is proved by research of resonance. General Mathematics Notes. 31(2) 34-53  
[http://www.emis.de/journals/GMN/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/4\\_GMN-9212-V31N2.1293701.pdf](http://www.emis.de/journals/GMN/yahoo_site_admin/assets/docs/4_GMN-9212-V31N2.1293701.pdf)
13. Antonov A.A. (2015) The principle of the physical reality of imaginary and complex numbers in modern cosmology: the nature of dark matter and dark energy. Journal of Russian physical and chemical society. 87(1) 328-355 [Published in Russian]
14. Antonov A.A. (2015) Adjustment of the special theory of relativity according to the Ohm's law. American Journal of Electrical and Electronics Engineering. 3(5), 124 – 129
15. Antonov A.A. (2015) Ohm's Law explains astrophysical phenomenon of dark matter and dark energy. Global Journal of Physics. 2(2), 145 – 149.
16. Antonov A.A. (2016) Ohm's law is the general law of exact sciences. PONTE. 72(7), 131 –142
17. Antonov A.A. (2016). Ohm's law refutes current version of the special theory of relativity. Journal of Modern Physics. 7, 2299-2313.
18. Antonov A.A. (2016) Physical Reality and Nature of Imaginary, Complex and Hypercomplex Numbers. General Mathematics Notes, 35(2) 40 – 63.  
[http://www.emis.de/journals/GMN/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/4\\_GMN-9212-V31N2.1293701.pdf](http://www.emis.de/journals/GMN/yahoo_site_admin/assets/docs/4_GMN-9212-V31N2.1293701.pdf)
19. Antonov A.A. (2016) Ohm's Law explains phenomenon of dark matter and dark energy. International Review of Physics. 10(2) 31-35
20. Antonov A. A. (2017) The physical reality and essence of imaginary numbers. Norwegian Journal of Development of the International Science. 6. 50-63.
21. Antonov A. A. (2018) Physical Reality and Essence of Imaginary Numbers in Astrophysics: Dark Matter, Dark Energy, Dark Space. Natural Science. 10(1), 11-30.
22. Antonov A.A. (2014) Correction of the special theory of relativity: physical reality and nature of imaginary and complex numbers. American Journal of Scientific and Industrial Research, 5(2), 40 – 52
23. Antonov A. A. (2011), Structure of the Multiverse. British Journal of Science 2(2), pp. 51-60 .  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2011-892](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2011-892)
24. Antonov A. A. (2012), Multiverse. Time Travels. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology. 12(2) 43-56.  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2012-896](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2012-896)
25. Antonov A.A. (2012). Discovery of the Real Multiverse. Encyclopedia of Russian Thought: Reports to Russian Physical Society. 16(3), 3 – 20. [Published in Russian]
26. Antonov A.A. (2015) Hidden Multiverse. International Journal of Advanced Research in Physical Science, 2(1), 25 – 32.
27. Antonov A.A. (2017). Hidden Multiverse. Extraterrestrial Super Civilizations. Natural Science, 9 43-62 doi: 10.4236/ns.2017.93005
28. Deutch D. (1998) The Fabric of Reality: The Science of Parallel Universes and Its Implications. Penguin Books, NY.
29. Green B. (2000) The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory. Random House Inc.
30. Vilenkin A. (2006) Many Worlds in One: The Search for Other Universes. Hill and Wong, NY.

31. Steinhardt P.J., Turok N. (2007) *Endless Universe: Beyond the Big Bang*. Doubleday, NY.
32. Carr B. ed. (2009) *Universe or Multiverse?* Cambridge Univ. Press, Cambridge.
33. Greene B. (2011) *The Hidden Reality: Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos*. Random House Inc., NY.
34. Deutsch D. (2012) *The Beginning of Infinity: Explanations That Transform the World*. Reprint Edition. Penguin Books, NY.
35. Tegmark M. (2015) *Our Mathematical Universe: My Quest for the Ultimate Nature of Reality*. Vintage, NY.
36. Antonov A.A. (2015) Hidden Multiverse: explanation of dark matter and dark energy phenomena. *International Journal of Physics*, 3(2), 84 – 87.
37. Antonov A.A. (2015) Explanation of dark matter and dark energy phenomena. *Global Journal of Science Frontier Research: A Physics and Space Science*, 15(1), 33 – 38.
38. Antonov A.A. (2015) Hidden Multiverse: explanation of dark matter and dark energy phenomena. *Cosmology*, 19, 40 – 61.
39. Antonov A.A. (2015). Principles and structure of the real Multiverse: explanation of dark matter and dark energy phenomena. *American Journal of Modern Physics*. 4(1) 1-9.  
doi: 10.11648/j.ajmp.20150401.11
40. Antonov A.A. (2015) The astrophysical phenomenon of dark matter and dark energy proves the existence of the hidden Multiverse. *American Journal of Modern Physics*, 4(4), 180 – 188.
41. Antonov A. A. (2015). Why dark matter and dark energy are invisible? *Optics*. 4(6), 43-47. doi: 10.11648/j.optics.20150406.12
42. Antonov A.A. (2016) Dark matter, dark energy and antimatter are located in the hidden Multiverse. *PONTE*. 72(9) 288-300 doi: 10.21506/j.ponte.2016.9.22
43. Antonov A.A. (2016) Explaining the Phenomenon of Dark Matter and Dark Energy by Existence of the Hidden Multiverse. *Frontiers of Astronomy, Astrophysics and Cosmology*. 2(1), 1 – 9.
44. Antonov A.A. (2016) Hypothesis of the Hidden Multiverse: Explains Dark Matter and Dark Energy. *Journal of Modern Physics*. 7(10). 1228 – 1246.
45. Antonov A.A. (2017). Hypothesis of the hidden Multiverse explains the phenomenon of dark matter and dark energy. *Applied Physics Research*. 9(2) 30-41.  
doi: <https://doi.org/10.5539/apr.v9n2p30>
46. Antonov A.A. (2017). Nature of dark matter and dark energy. *Journal of Modern Physics*. 8(4). 567-582. doi: 10.4236/jmp.2017.84038
47. Antonov A. A. (2018) Discovery of Dark Space. *Journal of Modern Physics*. 9. 14-34.
48. Antonov A. A. (2019) Explanation of Dark Matter, Dark Energy and Dark Space: Discovery of Invisible Universes. *Journal of Modern Physics*. 10, 1006-1028.
49. Antonov A.A. (2012), Earth, portals, parallel universes. *American Journal of Scientific and Industrial Research* 3(6) 464-473. doi:10.5251/ajsir.2012.3.6.464.473
50. Antonov A.A. (2016) Stargate of the hidden Multiverse. *Philosophy and cosmology*. 6 11-27. [Published in Russian] [http://ispcjournal.org/journals/2016-16/Antonov\\_16.pdf](http://ispcjournal.org/journals/2016-16/Antonov_16.pdf)
51. Hinshaw G., Larson D., Komatsu E. et al. (2013) Nine Year Wilkinson Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Parameter Results. arXiv: 1213.5226 [astro-ph/CO]
52. Adam R., Ade P.A.R., Aghanim N. et al. (2015) Planck 2015 results. 1. Overview of products and scientific results. arXiv:1502.01582v2 [astro-ph.CO]
53. Kantor I. L., Solodovnikov A. S. (1989) *Hypercomplex numbers*. Springer. Verlag, Berlin.
54. Antonov A. A. 2020. Special theory of relativity in the 20th century was not and could not be created. *Journal of Russian physicochemical society*.91(1). 57-94. [Published in Russian]
55. Antonov A. A. (2020) Comparative Analysis of Existing and Alternative Version of the Special Theory of Relativity. *Journal of Modern Physics*. 11(2), 324-342. DOI: 10.4236/jmp.2020.112020
56. Antonov A. A. (2020) Albert Einstein was ahead of his time: he did not complete the existing version of the special theory of relativity due to the lack of experimental data obtained only in the 21st century. *Journal of Russian physicochemical society*.92(1). 39-72. [Published in Russian]
57. Antonov A. A. 2021. Relativistic formulas of the existing version of the special theory of relativity are incorrect, they are incorrectly explained and incorrect conclusions are drawn from them. *German International Journal of Modern Science*. 4(1). 38-47.
58. Antonov A.A. (2015) Quaternion structure of the hidden Multiverse: explanation of dark matter and dark energy. *Global Journal of Science Frontier Research: A Physics and Space Science*, 15(8) 8 – 15
59. Antonov A. A. (2020) Einstein was wrong: according to WMAP and Planck spacecraft research we live in a six-dimensional hypercomplex space. *Österreichisches Multiscience Journal (Innsbruck, Austria)*. 2020. 35(1). 61-72. <http://osterr-science.com>.
60. Alfvén H. (1966) *Worlds-Antiworlds: Antimatter in Cosmology*. W. H. Freeman & Co, San Francisco.
61. Frazer G. (2004) *Antimatter: The Ultimate Mirror*. Cambridge University Press, Cambridge.
62. Antonov A. A. (2020) How to See Invisible Universes. *Journal of Modern Physics*. 11(05), 593-607. <https://doi.org/10.4236/jmp.2020.115039>
63. Antonov A. A. (2020) Universes Being Invisible on Earth outside the Portals are Visible in Portals. *Natural Science*. 12(8). 569-587. 7. <http://doi.org/10.4236/ns2020.128044>

# TECHNICAL SCIENCES

## ISSUES OF ENERGY SAVING AND ENVIRONMENTAL CONTROL IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

**Dolaeva Z.,**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
North-Caucasian state academy*

**Adzhieva D.**

*student,  
North-Caucasian state academy*

## ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

**Долаева З.,**

*кандидат технических наук, доцент,  
Северо-Кавказская государственная академия*

**Аджиева Д.**

*студент,  
Северо-Кавказская государственная академия*

### Abstract

The article is devoted to the current problem of energy consumption, as well as the role of energy saving in the construction sector. The article considers the main problems of energy consumption taking into account environmental factors, as well as ways and methods of solving this problem in the construction field.

### Аннотация

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме энергопотребления, а также роли энергосбережения в строительной сфере. В статье рассматриваются основные проблемы энергопотребления с учетом экологических факторов, а также пути и методы решения данной проблемы в строительной области.

**Keywords:** energy saving, energy consumption, ecology, heat loss, energy resources.

**Ключевые слова:** энергосбережение, энергопотребление, экология, теплопотери, энергетические ресурсы.

За последние годы неконтролируемой добычи и расточительного использования невозобновляемых источников энергии, человечество приблизилось не только к глобальному кризису мировых запасов топлива, но и как следствие, подошло к катастрофическому ухудшению экологической ситуации во всем мире, а именно, глобальное потепление климата, распространению болезней, загрязнения окружающей среды, рек, атмосферы, а также вырубки лесов и т.д. [1].

Как отмечают специалисты наиболее активным потребителем энергетических ресурсов является строительный комплекс. На долю потребления энергетических ресурсов отводят более 40 % потребления. В настоящее время проблема энергопотребления жилых домов играет в значительной мере актуальную роль, так как на обогрев домов тратится внушительная часть энергетических ресурсов страны [2, 3].

Особо подчеркивает эту роль постоянное повышение цен на тарифы коммунальных услуг. По данным Росстата, повышение цен на тарифы предоставления жилищно-коммунальных услуг в 2020 году в Российской Федерации в среднем составило 3,6 %. Как следствие этих причин очень остро встает вопрос энергосбережения. Как отметил В.В. Путин в послании Федеральному собра-

нию 2021 года, объем выбросов в атмосферу в Российской Федерации должен снизиться до 20%, а к 2024 году данная проблема должна быть решена путем комплексной модернизации сфер промышленности, ЖКХ, транспорта и энергетики, а строительство новых объектов должно вестись на качественно новом уровне с использованием самых передовых энергоэффективных материалов [3-5].

Глобальное решение вопроса энергосбережения требует комплексного воздействия, а именно, комплекса мер правового, технического, организационного, научного и финансового характера. Важнейшим аспектом в этом вопросе является то, что исходить данные меры должны со стороны государства [5].

Как показывает опыт стран, достигших значительного прогресса в области энергосбережения, необходимо иметь прогрессивную законодательную, правовую и финансовую поддержку государства в данном вопросе. В данных странах принимались специализированные нормативно-правовые акты об энергосбережении, но главное то, что государство реализовывало финансовое стимулирование программ в области энергосбережения, что дало толчок для дальнейшего развития сферы энергосбережения [3, 5].

Данные стимулирующие меры применялись как для сферы инновационных научных разработок в области энергосбережения, так и, соответственно, для применения данных технологий в бытовой жизни граждан. В совокупности комплекса различных воздействующих мер дало значительное улучшение ситуации в области энергосбережения, что соответственным образом сказало на экономике данных стран [5, 6].

В настоящее время падение спроса на тепло-энергию происходит незначительным образом. Специалисты отмечают, что это происходит в связи с возрастающими тепло- и энергопотерями в жилищном фонде, а именно в многоквартирных домах, поскольку в данных объектах физический износ возрастает, а в некоторых случаях имеет очень высокий показатель [3].

Разработка новых методов аналитической обработки данных и компьютерного прогнозирования в системе экологического мониторинга с учетом факторов энергопотребления позволит обеспечить эффективность проведения экологической экспертизы строительных объектов. Информационная система обеспечит основу для принятия управленческих решений по повышению эффективности деятельности любой строительной организации в рамках защиты окружающей среды и факторов энергопотребления, что поможет в более обширной степени решить следующие задачи:

- провести системный анализ экологических факторов с учетом энергопотребления строительных предприятий;
- исследовать методы аналитической обработки данных и результаты компьютерного прогнозирования с целью применения их в области изучения экологической обстановки района застройки и уже имеющейся городской застройки;
- оценить эффективность энергосберегающих мероприятий с использованием методов экологической экспертизы зданий;
- разработать концепции и структуры информационной системы экологического мониторинга зданий на этапах строительства и эксплуатации, выявить наиболее эффективные;
- исследовать принципы технологии хранения данных в качестве основы построения информационных систем экологического мониторинга объекта строительной застройки;

- реализовать и внедрить информационную систему экологического мониторинга зданий с учетом факторов энергопотребления [5-6].

Решение вопросов энергосбережения и экологического контроля значительным образом скажется не только на простых гражданах страны, но и в целом на всей экономике Российской Федерации. Возможности и перспективы энергосбережения в стране достаточно внушительны и требуют комплексного подхода в работе ученых, специалистов строительной и смежных с ней областей, исследователей в сфере компьютерных технологий и информационного моделирования.

#### Список источников

1. Шеина С.Г., Шишкунова Д.В. Разработка рекомендаций по снижению экологической опасности – пространственный анализ территорий после выполнения рекомендаций // Инженерный вестник Дона. – 2015. - №4. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3335](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3335).
2. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Оценка воздействия на окружающую среду строительства здания / С.Х. Байрамуков, // Инженерный вестник Дона. – 2019. - №9. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6187](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6187).
3. Зильберов, Р.Д. Повышение эффективности ремонтно-строительного производства за счет применения энергосберегающих технологий: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.08 / Зильберов Роман Дмитриевич. - Ростов-на-Дону, 2015. – 149 с.
4. Лapidус, А.А. Организационно-технологические решения, обосновывающие проведение внеплановых работ по капитальному ремонту многоквартирных домов/ А.А. Лapidус, Р.С. Фатуллаев // Вестник МГСУ. - 2017. - № 3(102) (Т.12). - С. С. 304-307.
5. С.Х. Байрамуков, Е.Д. Басов, А.В. Боровков, З.Н. Долаева [и др.] Проблемы и перспективы развития строительного комплекса и машиностроения: монография. Невинномысск: ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», 2018. 155 с.
6. Лубсанова Н.Б. О подходах к оценке экологичности проектов жилищного строительства // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2018. № 3. С. 30-35.

## TEMPERATURE MEASUREMENT IN AIR COOLING DEVICES

**Krasnov A.N.,***Associate Professor, Cand. tech. sciences***Prakhova M.Y.,***Associate Professor***Galimov A.N.***Master student of group MAG01-20**Ufa State Petroleum Technological University*

## ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В АППАРАТАХ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

**Краснов А.Н.,***Доцент, канд. техн. наук***Прахова М.Ю.,***Доцент***Галимов Альберт Наилевич***Магистрант группы МАГ01-20**Уфимский государственный нефтяной технический университет***Abstract**

Air coolers (AC) are used after any natural gas compression. Their efficient operation requires constant regulation of the gas temperature at the AC outlet, which must be within a certain range of values. However, inside the AC itself, the temperature is unevenly distributed, which can lead to the formation of hydrates in some areas. The article proposes a temperature control system based on fiber-optic sensors with Bragg gratings (FBG), which will allow to obtain temperature values in the most dangerous areas from the point of view of hydrate formation.

**Аннотация**

Аппараты воздушного охлаждения (АВО) используются после любого компримирования природного газа. Их эффективная эксплуатация требует постоянного регулирования температуры газа на выходе АВО, которая должна находиться в определенном диапазоне значений. Однако внутри самого АВО температура распределена неравномерно, что может привести к образованию гидратов на некоторых участках. В статье предлагается система контроля температуры на базе волоконно-оптических датчиков с брэгговскими решетками (ВБР), которая позволит оперативно получать значения температуры на наиболее опасных с точки зрения гидратообразования участках.

**Keywords:** air cooler, hydrate formation, temperature, fiber optic sensor, Bragg grating**Ключевые слова:** аппарат воздушного охлаждения, гидратообразование, температура, волоконно-оптический датчик, брэгговская решетка

После добычи природного газа из скважины и до его подачи в магистральный газопровод (МГ) для дальнего транспорта газ проходит последовательно через несколько технологических установок, в которых он очищается от механических примесей, осушается, компримируется и охлаждается. В процессе компримирования в нагнетателях газ сильно нагревается (температура на выходе зависит от значения температуры на входе и степени сжатия). Транспортировка при такой температуре не только увеличивает энергозатраты, но и приводит к ускоренному старению изоляции трубопровода, протаиванию грунта. Поскольку большая часть МГ проложена в вечной мерзлоте, это может привести к потере устойчивости трубопровода и значительным термическим напряжениям [1]. В то же время слишком сильное охлаждение газа может привести к гидратообразованию. Поэтому поддержание температурного режима МГ в заданных пределах, обеспечивающих безопасный транспорт, является очень важным.

Охлаждение газа производится посредством аппаратов воздушного охлаждения (АВО), кото-

рые обычно располагаются после каждой ступени компримирования. Температура газа на выходе из АВО в летний период времени должна поддерживаться на уровне (20 – 23) °С (при температуре воздуха до 16 – 18 °С). В зимнее время года температура газа на выходе из АВО должна держаться на уровне (18 – 20) °С.

Принцип действия АВО газа показан на рис. 1. Одними из главных элементов аппарата являются теплообменные секции, теплообменную поверхность которых составляют оребренные трубы, которые закреплены в трубных решетках в 4, 6 либо 8 рядов. Секции могут размещаться горизонтально, вертикально или наклонно, именно это определяет типа АВО [2]: горизонтальный, вертикальный или зигзагообразный. Охлаждаемый продукт (нагретый природный газ) движется по биметаллическим оребренным трубам и передает тепло через их стенки охлаждающему воздуху, который нагнетается в межтрубное пространство посредством вентилятора и отводит тепло от теплообменника в окружающую среду.

Теплообмен может происходить как за счет

естественной конвекции воздуха через теплообменник, так и за счет принудительной циркуляции, осуществляемой с помощью вентиляторов. При

этом в зависимости от конструкции вентиляторы либо нагнетают воздух на теплообменник, либо протягивают воздух через него.

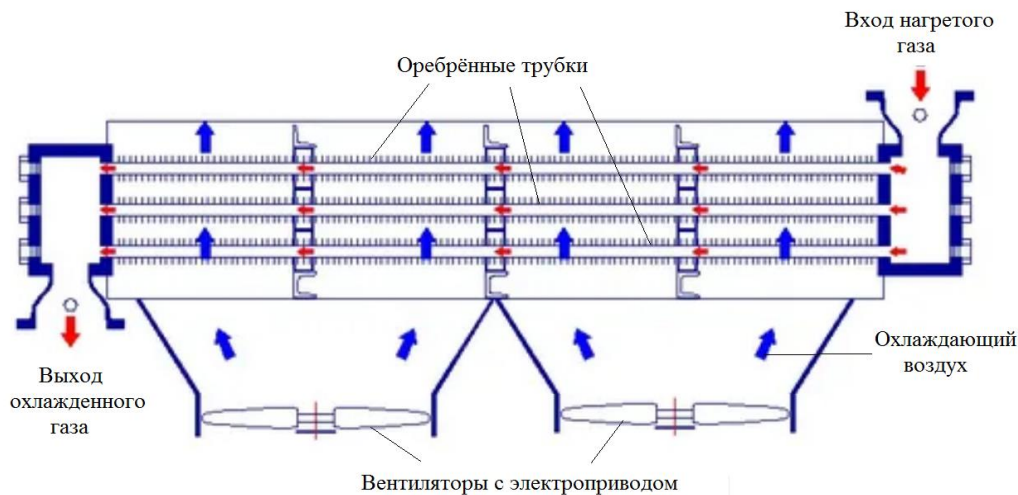


Рис. 1. Принцип действия АВО

В АВО применяются осевые вентиляторы с высокой производительностью и малым гидравлическим напором. Окружные скорости вращения лопастей вентиляторов не превышают 60-65 м/с при диаметре лопастей от 2 м и более во избежание разрывов лопастей. Лопастями могут быть поворотными и неповоротными. Поворотные позволяют изменять расход воздуха, а это, в свою очередь, позволяет регулировать температуру газа с изменением температуры наружного воздуха.

Поддержание необходимой температуры газа в АВО осуществляется одним из четырех способов:

- 1) регулированием производительности вентиляторов путем изменения угла установки лопастей;
- 2) регулированием числа работающих вентиляторов посредством отключения двигателей некоторых из них;
- 3) отключением отдельных теплообменных секций АВО;
- 4) плавным изменением скорости (частоты) вращения вентиляторов, которое достигается применением частотно - регулируемого привода (ЧРП).

Несмотря на конструктивные отличия отдельных АВО, их тепловой режим тесно связан с газодинамическим режимом, т.к. расход газа через каждый АВО зависит от средней температуры внутри аппарата, которая, в свою очередь зависит от расхода газа и воздуха [3].

Температура, до которой необходимо охладить газ, зависит от многих факторов, таких как технологические режимы установки осушки газа, состав и влагосодержание природного газа, температура окружающей среды и др. Для природного сырого газа этот параметр становится критически важным, т.к. в условиях отрицательных температур окружающей среды возникают условия для гидратообразования в трубках АВО. В результате образования локальных гидратных пробок проис-

ходит закупорка сечения с последующим разрушением теплообменных труб [4]. Поэтому очень важно иметь не только информацию о текущем значении температуры, но и возможность прогнозирования этого значения на отдельных участках теплообменных труб при определенных сочетаниях технологических параметров, свойств охлаждаемого газа и условий окружающей среды.

**Постановка задачи исследования.** В настоящее время расчет теплового режима АВО производится по нескольким методикам, ни одна из которых не позволяет получить картину распределения температуры внутри самого АВО. Измерение температуры в АВО производится, как правило, посредством медных или платиновых резистивных преобразователей температуры, размещаемых на входе и выходе АВО. Выходной сигнал преобразователей подается в систему автоматического управления (САУ АВО).

Контроль за распределением температуры внутри АВО производится по математическим моделям, связывающим температуру газа на выходе с его параметрами на входе (температура, расход, влажность), конструктивными параметрами самого АВО (внутренний и внешний диаметр трубы, длина оребренных труб, коэффициент оребрения, производительность вентилятора и др.) и внешними факторами (например, температура окружающего воздуха). Такие модели являются предметом многих исследований, проведенных в том числе авторами данной статьи [5 – 11], и в целом дают вполне приемлемые результаты. Однако в ряде случаев, в частности, при работе с очень влажным газом с низкой температурой, когда вероятность образования гидратов на некоторых участках трубок АВО очень велика, необходимо иметь более точные данные о текущем значении температуры в конкретной точке. Получить их существующими инструментальными методами невозможно из-за отсутствия штатных температурных сенсоров и соответствующей методики.



Кроме того, это технически очень трудно реализуемо. В [12] показано, что только для одного АВО необходимо не менее 45 преобразователей температуры, располагаемых по достаточно сложному алгоритму.

При измерении температуры очень большое значение имеют размеры чувствительного элемента, т.к. от них напрямую зависят инерционность измерений и способность измерять температуру в точке. Любой контактный датчик показывает температуру его собственного чувствительного элемента (ЧЭ), а не температуру объекта, в который он установлен. Точность измерения будет тем выше, чем меньше тепловое сопротивление между ЧЭ и объектом измерения и чем меньше теплообмен между ЧЭ и окружающей внешней средой.

Волоконно-оптические сенсорные структуры, или FOSS (*Fiber Optic Smart or Sensory Structures*),

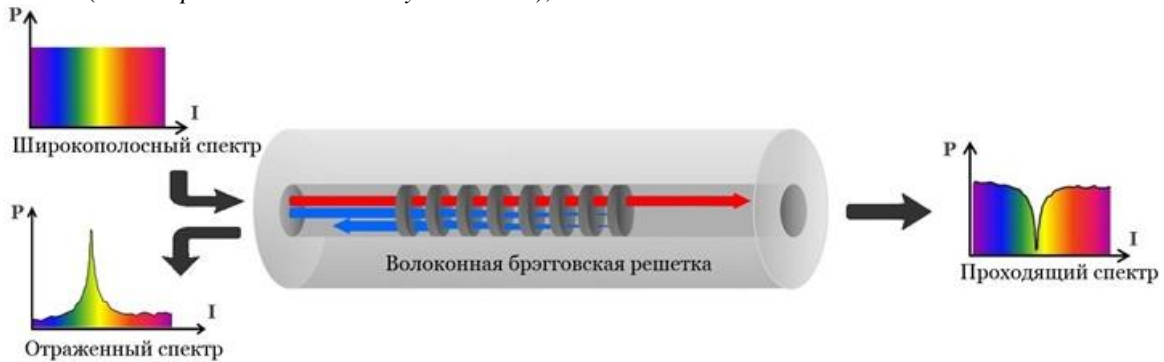


Рис. 2. Сенсор на основе ВБР

При измерении температуры или деформации спектральная характеристика отраженного светового сигнала смещается пропорционально изменению измеряемого параметра (рис. 3). Это смещение преобразуется в выходной токовый сигнал. При этом одно оптоволокно имеет связь со множе-

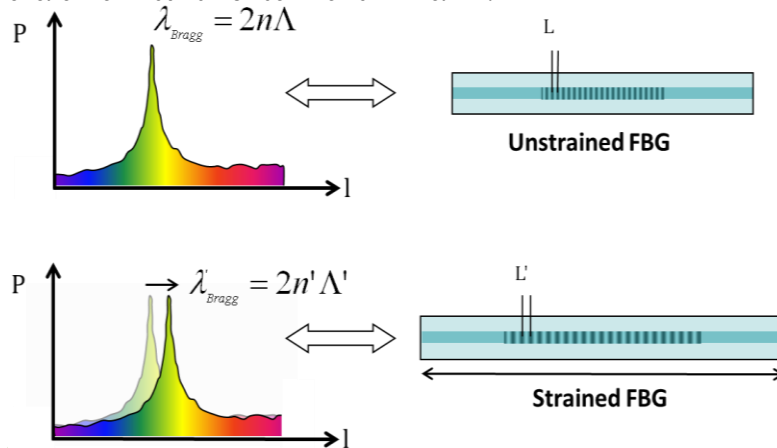


Рис. 3 – Преобразование измеряемой величины в смещение брэгговской длины волны

Как правило, для контроля состояний объектов используют сразу несколько датчиков, объединенных в одну систему. Фактически такая система представляет собой цепочку датчиков, соединенных оптокабелем, проложенным вдоль

представляют собой одно из наиболее перспективных направлений в измерительной технике. К FOSS относятся сенсорные сети из датчиков на волоконных брэгговских решетках (ВБР), или, в английском варианте, *FBG – fiber Bragg grating*.

При создании решеток в оптоволокне внутри его сердечника возникает область с периодическим изменением показателя преломления, именно она является ВБР. Когда широкополосное световое излучение проходит через брэгговскую решетку, отражения от каждого сегмента области с переменным показателем преломления интерферируют только для конкретной длины волны света, называемой длиной волны Брэгга ( $\lambda_b$ ). Это фактически приводит к тому, что ВБР отражает определенные длины волн (определенную частоту) света и пропускает все остальные (рис. 2) [13].

ством решеток, каждая из которых в отдельности передает сигнал на собственной длине. В этом случае вместо точечного датчика температуры имеет место распределённая система измерения температуры с мультиплексированием по длине волны.

оробренных трубок, и позволяет контролировать температуру не только на входе и выходе АВО, но и в большом количестве промежуточных точек (рис. 4).

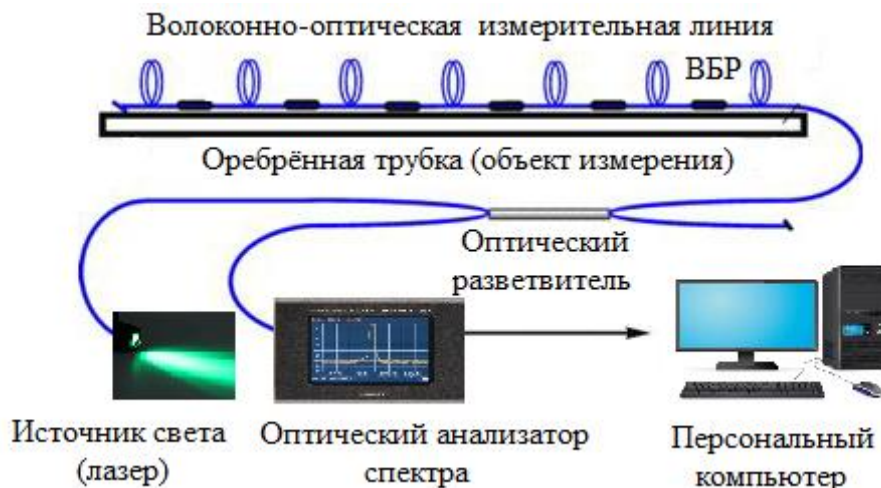


Рис. 4. Распределенная система контроля температуры трубок АВО на базе ВБР

Широкополосный сигнал от источника света через волоконно-оптический разветвитель поступает в волоконную измерительную линию с ВБР. Отраженный решетками сигнал через тот же разветвитель поступает на оптический анализатор спектра. Персональный компьютер через требуемые промежутки времени считывает спектр и обрабатывает его с помощью специальной программы.

Достоинством предлагаемой системы является её масштабируемость как по количеству датчиков на одной измерительной линии (до 50 - 100 точек измерения), так и по количеству самих волоконно-оптических линий измерения (с использованием оптического переключателя). Локальность измерений в такой системе может составлять от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в зависимости от конкретных условий и задач. Точность измерения, разрешающая способность и диапазон измеряемых температур определяются конкретным типом используемого датчика.

В рассматриваемой системе использован датчик Т2050 производства российской компании ООО «НПП «МСТД»» для измерения температуры на поверхности конструкций. Чувствительным элементом датчиков является волоконная брэгговская решетка (ВБР) с длиной волны от 1510 до 1590 нм. Диапазон измеряемых температур от минус 60 до + 120 °С, Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры 0,5 °С [14]. Датчик Т2050 изготавливается с двумя кабельными выводами, что позволяет подключать его в цепочку датчиков.

Предложенная система позволяет вести температурный мониторинг трубок АВО в режиме реального времени. Учитывая достаточно высокую стоимость системы, достаточно оснастить ею нижние ряды трубок, т.к. в них наиболее вероятно образование гидратов из-за максимального охлаждения.

#### Список источников

1. Калинин А. Ф. Технологии промышленной подготовки и магистрального транспорта природного газа. Москва: МПА-Пресс, 2007. 323 с.

2. Шайхутдинов, А.З. Современные АВО газа – ресурс энергосбережения в газовой отрасли / А.З. Шайхутдинов, В. А. Лифанов, В.А. Маланичев // Газовая промышленность. 2010. № 9. С. 40-41.

3. Прахова, М.Ю. Системы и средства автоматизации на объектах добычи, транспорта и распределения газа / М.Ю. Прахова, Э.А. Шаловников, А.Н. Краснов, Е.А. Хорошавина, С.Н. Федоров, Г.Ю. Коловертнов. Уфа: Издательство УГНТУ, 2015. 436 с.

4. Scherbinin S.V., Prakhova M.Yu., Krasnov A.N., Khoroshavina E.A. Modeling of thermal behavior of raw natural gas air coolers /Journal of Physics: Conference Series. "International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 - Microprocessor Systems and Telecommunications", 2018. P. 032071.

5. Камалетдинов И. М. Расчет свободноконвективного теплообмена в аппаратах воздушного охлаждения (АВО) газа с учетом влияния ветра на их работу //Изв. вузов. Нефть и газ. 2001. № 5. С. 71–74.

6. Кунтыш В. Б., Самородов А. В. Исследование влияния угла наклона круглобразных труб на свободноконвективный теплообмен шахматного пучка в неограниченном объеме воздуха // Инженерно-физический журнал. 2010. Т. 83, № 2. С. 338–344.

7. Brenci Massimo, Mencaglia Andrea and Mignani Anna Grazia. Multipoint temperature monitoring in a hazardous environment Fiber Sensors. Conf. (New York). 1992. Pp. 97–100.

8. Краснов А.Н. Нечеткая модель процесса осушки природного газа / Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2017. Т. 1. С. 198-202.

9. Краснов А.Н. Моделирование течения природного газа в теплообменных трубах аппаратов воздушного охлаждения /Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2017. Т. 1. С. 205-210.

10. Krasnov A.N., Prakhova M.Y., Khoroshavina E.A. Model for simulating the temperature conditions of a sour gas cooling unit /В сборнике: IOP Confer-

ence Series: Earth and Environmental Science. 2019. С. 022222.

11. Krasnov An. About creation of the simulation model of the thermal mode in air cooling units for crude natural gas / Arctic Environmental Research. 2018. Т. 18. № 2. Pp. 71-75.

12. Щербинин С. В., Ишинбаев Н. А. Определение оптимального числа узлов аппроксимации при восстановлении одномерного температурного

поля // Естественные и технические науки. 2004. № 2(11). С. 225-228.

13. Принцип действия волоконно-оптических датчиков на основе решеток Брэгга. URL <https://optel.ru/passivnie-komponenti-vols/izoljatori-cirkuljatori-bg-reshetki/volokonnaja-brjegovskaja-reshjotka/volokonnaja-brjegovskaja-reshetka--vbr>

14. Описание типа средства измерений. Датчики температуры волоконно-оптические серии Т20. Свидетельство № 70007. 2018.

## SIMULATION OF TEMPERATURE FIELD IN AIR COOLING DEVICES

**Krasnov A.N.,**

*Associate Professor, Cand. tech. sciences*

**Prakhova M.Y.,**

*Associate Professor*

**Galimov A.N.**

*Master student of group MAG01-20*

*Ufa State Petroleum Technological University*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В АППАРАТАХ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

**Краснов А.Н.**

*Доцент, канд. техн. наук*

**Прахова М.Ю.**

*Доцент*

**Галимов А.Н.**

*Магистрант группы МАГ01-20*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

### Abstract

When using air coolers (ACs) in gas fields to cool raw wet gas, especially at low temperatures, there is a high probability of hydrate formation in the heat exchange tubes. This can lead to an emergency stop of the AC. The temperature is measured at the inlet and outlet of the AC, but its distribution inside the apparatus is uneven, therefore this information is not always sufficient to control the apparatus. The article proposes a model that allows visualizing the temperature field in the AC.

### Аннотация

При использовании аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на газовых промыслах для охлаждения сырого влажного газа, особенно при низких температурах, существует высокая вероятность образования гидратов в теплообменных трубках. Это может привести к аварийной остановке АВО. Измерение температуры производится на входе и выходе АВО, но её распределение внутри аппарата неравномерно, поэтому этой информации не всегда достаточно для управления аппаратом. В статье предлагается модель, позволяющая визуализировать температурное поле в АВО.

**Keywords:** air cooler, hydrate formation, model, visualization, heat exchange tube

**Ключевые слова:** аппарат воздушного охлаждения, гидратообразование, модель, визуализация, теплообменная трубка

Аппараты воздушного охлаждения (АВО) используются на всех объектах газовой промышленности, где происходит компримирование газа, т.е. на дожимных компрессорных станциях газовых промыслов, головных и промежуточных компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Охлаждение газа преследует сразу несколько целей [1]:

1) предотвращение разрушения антикоррозионного покрытия трубопроводов и возникновения в них чрезмерных напряжений термического характера с нарушением устойчивости и прочности трубопроводов;

2) предотвращение растепления вечномерзлых грунтов и проседания проложенных в них трубопроводов;

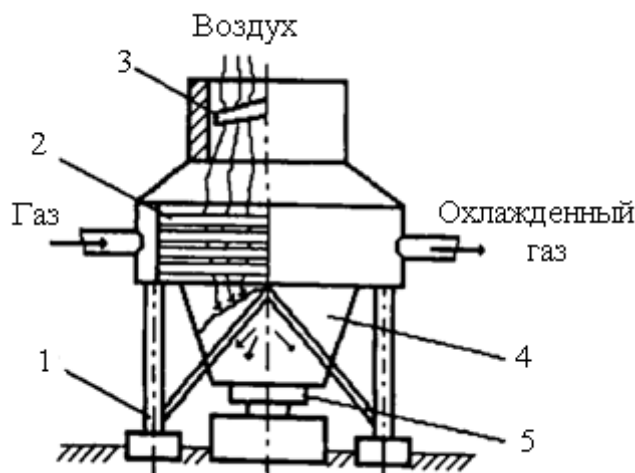
3) повышение экономичности транспорта газа за счет уменьшения объема газа при его охлаждении.

Устройство АВО показано на рис. 1. Работает АВО следующим образом. На опорных металлоконструкциях закреплены трубчатые змеевиковые теплообменные секции. По трубам под рабочим давлением проходит газ. Через межтрубное пространство принудительно с помощью двух вентиляторов с электроприводами прокачивается воз-

дух. За счет теплообмена с перемещаемым потоком воздуха происходит охлаждение нагретого в результате компримирования газа.

Теплообменная секция представляет собой пучок оребренных труб, расположенных в шах-

матном или коридорном порядке по ходу движения охлаждающего воздуха. Концы труб заделаны в трубные решетки и закрыты крышками с отверстиями для подсоединения внешней трубопроводной обвязки.



1 - опорные металлоконструкции; 2 - теплообменные секции;  
3 - вентилятор; 4 - диффузор; 5 - электродвигатель  
Рис. 1. Аппарат воздушного охлаждения

На рамную конструкцию установлены охлаждающие секции. Холодный теплоноситель (наружный воздух) подается к охлаждающим секциям вентилятором через диффузор.

Компоновка аппарата воздушного охлаждения газа зависит от взаимного расположения теплообменных секций и вентилятора. Теплообменные секции могут располагаться вертикально, горизонтально, наклонно и зигзагообразно. Чаще всего на практике используются АВО с горизонтальными секциями, т.к. в них обеспечивается более равномерное распределение воздуха по секциям, даже несмотря на то, что такая компоновка занимает большую площадь.

Поддержание необходимой температуры газа в АВО осуществляется одним из четырех способов [2]:

5) регулированием производительности вентиляторов путем изменения угла установки лопастей;

6) регулированием числа работающих вентиляторов посредством отключения двигателей некоторых из них;

7) отключением отдельных теплообменных секций АВО;

8) плавным изменением скорости (частоты) вращения вентиляторов, которое достигается применением частотно - регулируемого привода (ЧРП).

Температура, до которой необходимо охлаждать природный газ, зависит от его состава и влажностного содержания, сезона (зима или лето), температуры окружающей среды и др.

В общем случае степень охлаждения технологических сред в АВО зависит от их конструкции, геометрии теплообменных трубок, используемого принципа охлаждения, физико-химических параметров охлаждаемой среды, внешних условий и

т.п. При этом распределение температур внутри АВО (так называемое температурное поле) обычно не имеет значения. Однако при охлаждении природного сырого (неосушенного) газа критически важными становятся не только значение температуры на выходе АВО, но и ее распределение внутри трубок теплообменника [3]. Это связано с проблемой гидратообразования, осложняющей эксплуатацию газовых промыслов, расположенных в условиях Крайнего Севера.

Газовые гидраты - это кристаллическое твердое вещество, образованное из воды и газа. Гидраты очень похожи на лед, но содержат огромное количество метана [4].

Гидратообразование не только ухудшает естественный режим работы оборудования и трубопроводов, но и может привести к возникновению аварийных ситуаций. Результатом образования гидратов является закупорка сечения трубных пучков теплообменников с последующим разрушением теплообменных труб (рис. 2). Наиболее сильно гидраты выпадают в нижнем ряду теплообменных труб по ходу охлаждающего воздуха [3].

Опасность, возникающая в процессе гидратообразования в технологических системах газоконденсатного промысла, увеличивается за счет того, что при попытке разогреть загидратированный участок разложение гидратной пробки сопровождается выделением большого количества газа, в результате чего возникает аномально высокое давление в замкнутых полостях, в особенности, если разогреть участок ограничен гидратными массами со всех сторон. Это явление вызывает возникновение дефектов деталей трубопроводов и оборудования и нередко может привести к внезапной разгерметизации и взрывному выбросу газа.

Контроль за распределением температуры

внутри АВО производится по математическим моделям, связывающим температуру газа на выходе с его параметрами на входе (температура, расход, влажность), конструктивными параметрами самого АВО (внутренний и внешний диаметр трубы, длина орёбренных труб, коэффициент орёбре-

ния, производительность вентилятора и др.) и внешними факторами (например, температура окружающего воздуха). Такие модели являются предметом многих исследований [5 – 7], зачастую они требуют для своего использования большое количество исходных данных.

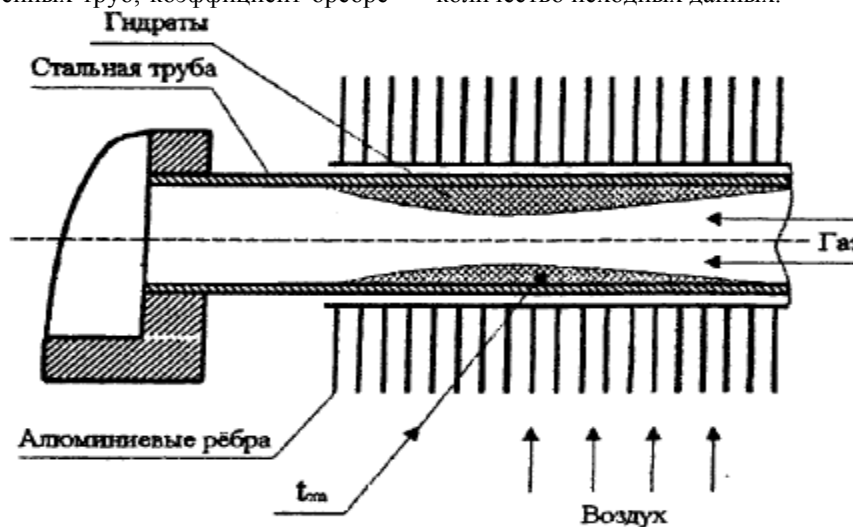


Рис. 2. Образование гидратов в теплообменной трубке

Однако в ряде случаев, в частности, при работе с очень влажным газом с низкой температурой, когда вероятность образования гидратов на некоторых участках трубок АВО очень велика, оператору необходимо постоянно иметь актуальное представление о температурном поле на конкретном участке или в конкретной точке теплообменных трубок. Поскольку инструментальные средства для этого отсутствуют (в АВО предусмотрено измерение температуры только на входе и на выходе), актуальной задачей является разработка несложной модели, позволяющей визуализировать текущее состояние температурного поля на экране монитора. Это позволит оператору сразу заметить близость гидратообразования на каком-либо участке АВО и оперативно вмешаться в процесс.

Такую модель, помимо визуализации температурного режима АВО и отражения динамики изменения температуры, можно также использовать для настройки системы управления, оценки эффективности работы аппарата и уточнения мест установки при необходимости дополнительного датчика температуры.

Рассмотрим построение модели температурного поля для стандартного аппарата воздушного охлаждения, который имеет 3 секции с теплообменными трубками в 6 рядов. Расстояние между трубками в одной секции меньше, чем между соседними секциями. Боковые трубки в одной сек-

ции охлаждаются немного лучше, чем остальные, из-за того, что проходит больший поток воздуха. Температурное поле в АВО нестационарное, т.е. температура во всём пространстве может принимать разные значения.

При построении температурного поля рассматриваются разные режимы теплоотдачи:

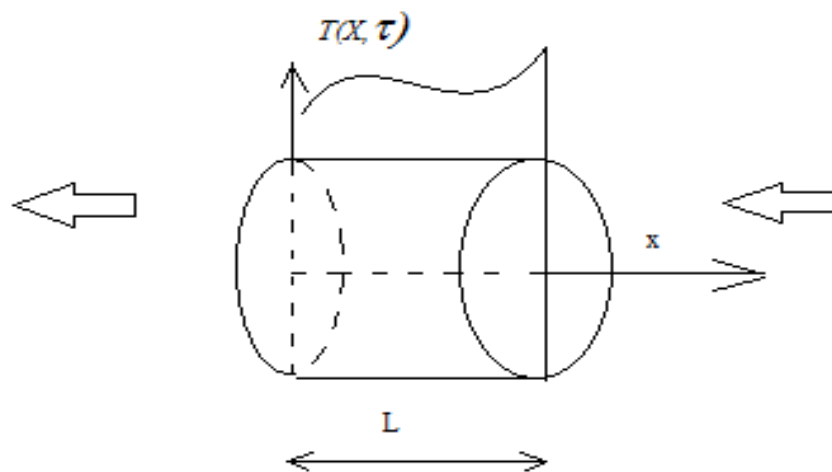
- с одним работающим вентилятором;
- с двумя работающими вентиляторами;
- с неработающими вентиляторами.

Предполагается, что поле аппарата является трёхмерным, но радиус трубки в несколько раз меньше длины и ширины секции АВО. Это позволяет считать поле двухмерным.

Далее, в АВО возможно два режима работы: свободная конвекция и вынужденная конвекция. При свободной конвекции теплообмен происходит от нижней секции к верхней. При вынужденной конвекции теплообмен происходит так, как направлен воздух от вентиляторов. Соседние трубки очень плохо передают друг другу тепло, поэтому можно построить одномерное поле, которое будет описывать все трубки в одной секции.

Наибольшая вероятность образования гидратов существует в нижней теплообменной секции, поэтому температурное поле будет рассмотрено только для нижнего ряда теплообменных трубок.

На рис. 2 представлена модель теплообменной трубки АВО.



$L$  – длина теплообменной секции;  $x$  – расстояние от начала теплообменной секции до рассматриваемой точки;  $T(x, t)$  – функция распределения температуры по длине трубной секции от времени  
Рис. 2. Модель теплообменной трубки АВО

Трубка аппарата представляет собой цилиндр небольшой длины, у которого снизу происходит теплообмен с холодным воздухом от вентилятора.

Процесс теплообмена может быть представлен функцией  $T = f(x, t)$  и представляет собой обычную нестационарную одномерную задачу [8]:

$$\rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + q_v, \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – удельная теплоемкость газа, Дж/кг\*К;

$T$  – температура, °С;

$x$  – длина, м;

$\lambda$  – теплопроводность, Вт/м·К;

$q_v$  – количество теплоты, Дж.

Подводящий воздух через поверхность стержня описывается уравнением

$$q_s \cdot (u \cdot dx) = q_{v+} \cdot (f \cdot dx) \rightarrow q_{v+} = q_s \frac{u}{f}, \quad (2)$$

где  $f$  – поперечное сечение стержня, м;

$u$  – периметр сечения, м;

$q_s$  – плотность теплового потока на боковой поверхности, Вт/м<sup>2</sup>.

Если  $q_s$  определяется уравнением Ньютона–Рихмана, то для  $q_{v+}$  получим

$$q_{v+} = q_s \frac{u}{f} \cdot (f \cdot dx) \rightarrow \alpha_s (t_{fs} - t(x, t)) \frac{u}{f}, \quad (3)$$

где  $\alpha_s$  – коэффициент теплоотдачи на боковой поверхности;

$t_{fs}$  – температура окружающей среды на боковой поверхности.

Если учесть  $q_{v+}$ , уравнение теплопроводности имеет вид

$$\rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + q_v + q_s \frac{u}{f}. \quad (4)$$

Для полного описания процесса теплообмена между трубкой и воздухом, который поступает из окружающей среды, нужны граничные условия третьего рода для концов теплообменной трубки. Левый конец трубки будет иметь координаты  $x = 0$ , правый конец будет иметь конечную длину са-

мой трубки, то есть  $x = L$ .

Граничное условие для  $x = 0$ :

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha_1 (t_{f1} - t(x = 0, \tau)). \quad (5)$$

Граничное условие для  $x = L$ :

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha_2 (t(x = L, \tau) - t_{f2}), \quad (6)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;

$t_f$  – температура окружающей среды на торцах стержня, °С.

Начальное условие необходимо для задания начального состояния объекта, для рассматриваемого случая это  $T_0$ .

Начальное состояние трубки описывается следующим уравнением:

$$t(x, \tau = 0) = t_0. \quad (7)$$

Графики изменения температурного поля АВО в зависимости от длины теплообменной трубки и времени построены по дифференциальному уравнению теплопроводности (4) с учетом граничных условий (5) и (6) в пакете Matlab [9] для всех возможных режимов эксплуатации АВО (работают 2 вентилятора; 1 вентилятор; ни одного) и приведены на рис. 3 ( $s$  – коэффициент теплоотдачи). Температура окружающей среды  $T = 10$  °С. Температура на входе в АВО 85 °С, после АВО – 20 °С.

В зависимости от режима работы АВО трубные секции охлаждаются с разной интенсивностью. Можно считать, что интенсивность охлаждения газа пропорциональна площади теплообмена. Режим работы в уравнении теплопроводности задается коэффициентом теплоотдачи  $s$ . Для упрощения модели не учитываются коэффициенты в дифференциальном уравнении теплопроводности, соответствующие плотности, удельной теплоемкости и теплопроводности.

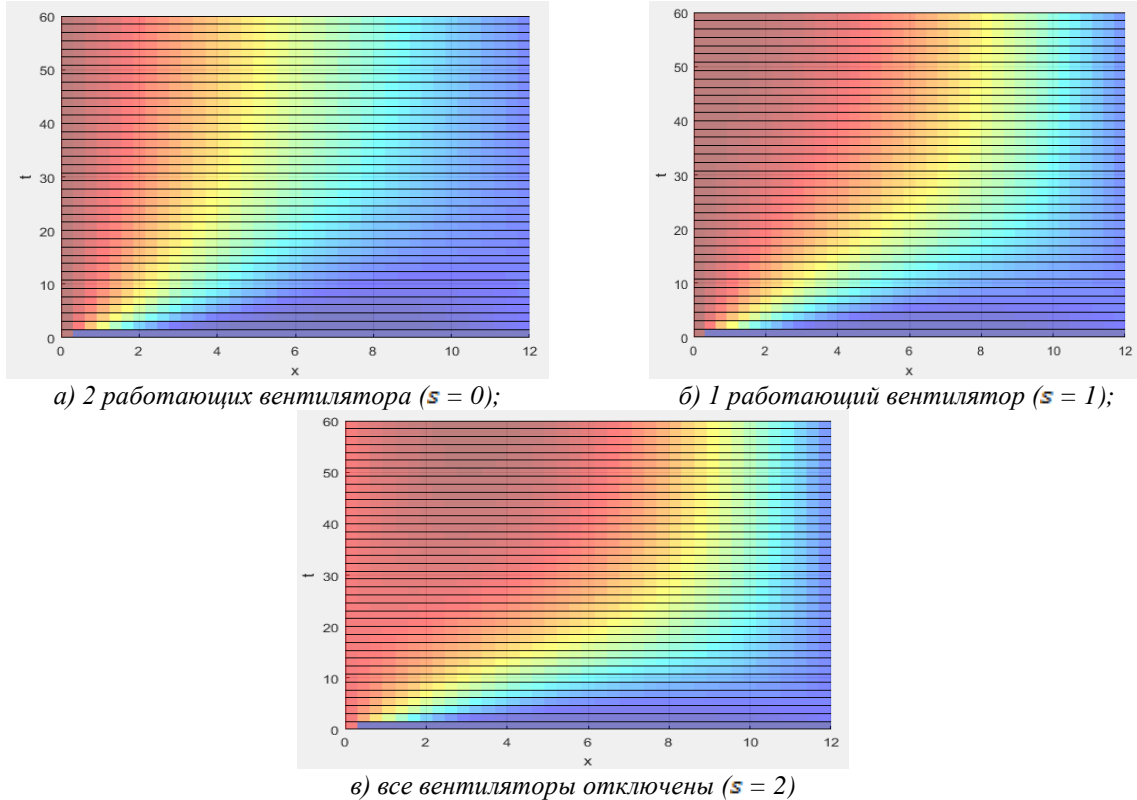


Рис. 3. Температурное поле для различных режимов работы АВО

В нижней части перенос тепла между трубкой и холодным воздухом от вентилятора происходит с максимальной интенсивностью, поэтому они охлаждаются сильнее. Левая часть температурного поля соответствует поступлению на вход АВО горячего газа, правая часть – охлажденному до нужной температуры газу на выходе АВО. Отключение вентиляторов соответствует режиму свободной конвекции, то есть воздух сам поступает снизу, через вентилятор. Таким образом, идет естественное охлаждение трубки.

Необходимо также отметить, что уравнение (4), по которому строилось поле одной трубки, справедливо и для целой секции труб, так как теплообмен между трубками очень маленький.

Далее рассмотрим температурное поле нижней и верхней трубки в зависимости от ее диаметра (рис. 4). Так как теплообмен между соседними

теплообменными трубками минимален, а радиус трубки гораздо меньше, чем длина, то температура вдоль диаметра будет меняться практически мгновенно.

Таким образом, если коэффициент для нижней трубки был  $s = 0$ , то для верхней он будет равен  $s = 1$ .

Оценку адекватности предлагаемой модели можно произвести её сопоставлением с традиционной моделью по уравнению Шухова [10]. Рассчитанный по этому уравнению график изменения температуры по длине теплообменной секции АВО является нелинейным. Это объясняется тем, что в АВО разница газа на входе и воздуха от вентилятора в начале трубной секции высокая, далее газ начинает постепенно охлаждаться и с течением времени данная разница становится минимальной.

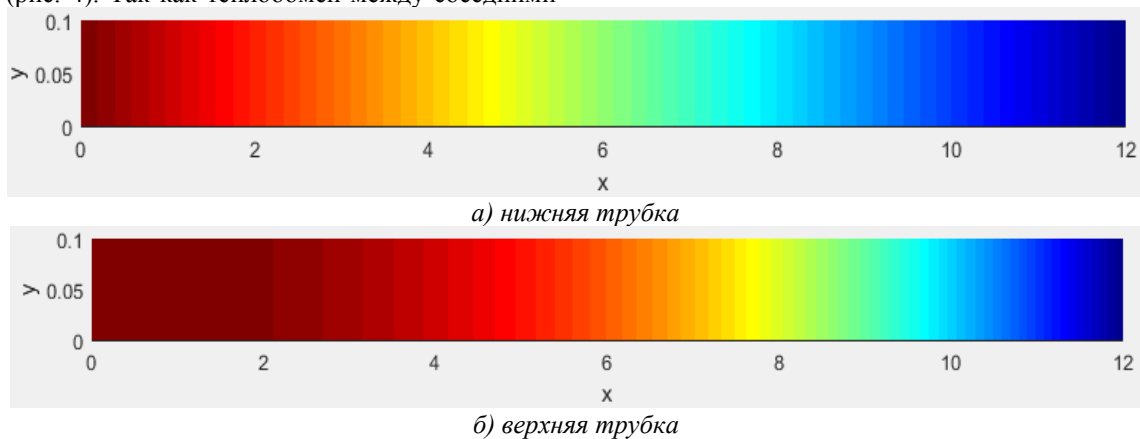


Рис. 4. Температурное поле нижней и верхней трубок

Формула Шухова имеет вид:

$$t_x = t_{\text{нар.возд.}} + (t_{\text{вх.АВО}} - t_{\text{нар.возд.}}) \cdot e^{-\frac{\alpha x}{L}}, \quad (8)$$

где  $t_{\text{нар.возд.}}$  – температура воздуха окружающей среды,

$t_{\text{вх.АВО}}$  – температура газа на входе АВО, °С;

$L$  – длина трубки, м;

$x$  – расстояние от начала теплообменной секции до рассматриваемой точки;

$\alpha$  – критерий Шухова.

На рис. 5 приведены оба графика зависимости температуры газа от длины трубной секции: первый график (а) построен по предложенной модели, а второй график (б) – по уравнению Шухова для тех же исходных данных.

Видно, что оба распределения температур по

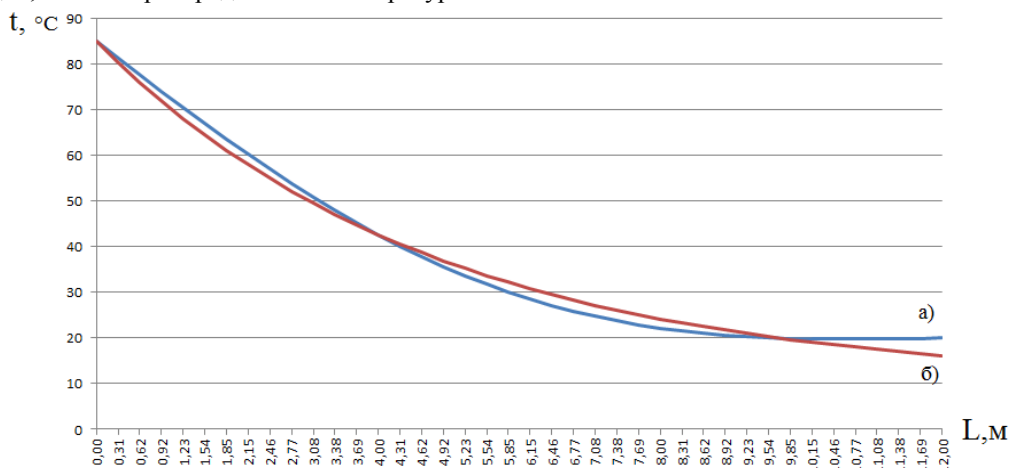


Рис. 5. Зависимость температуры газа от длины трубной секции

### Список литературы

1. Калинин А. Ф. Технологии промышленной подготовки и магистрального транспорта природного газа. Москва: МПА-Пресс, 2007. 323 с.
2. Прахова М.Ю., Шаловников Э.А., Краснов А.Н., Хорошавина Е.А., Федоров С.Н., Коловертнов Г.Ю. Системы и средства автоматизации на объектах добычи, транспорта и распределения газа. Уфа: Издательство УГНТУ, 2015. 436 с.
3. Scherbinin S.V., Prakhova M.Y., Krasnov A.N., Khoroshavina E.A. Modeling of hydrate formation mode in raw natural gas air coolers / Journal of Physics: Conference Series. "International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 - Microprocessor Systems and Telecommunications". 2018. P. 032072.
4. Макогон Ю.Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование. Москва: Недра, 1985. – 232 с.
5. Seleznev V. E., Aleshin V. V., Pryalov S. N. Mathematical Modeling of Pipeline Networks and Systems of Channels: Methods, Models and Algorithms. Moscow: MAKS-Press, 2007. 695 p.

длине трубной секции практически совпадают. Это позволяет сделать вывод, что температурное поле аппарата воздушного охлаждения построено верно и модель можно использовать для его визуализации.

По распределению температуры видно, что самая холодная зона наблюдается в зоне выхода охлажденного газа из нижних секций АВО, следовательно, в данном месте вероятность образования гидратов максимальна. На этом участке целесообразна установка дополнительных датчиков температуры, чтобы приближение к зоне гидратообразования была видна не только оператору, но и системе автоматического управления работой АВО.

6. Scherbinin S., Krasnov A., Prakhova M. Predictive gas air-cooling unit automated control systems / Proceedings - 2020 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2020. 2020. Pp. 312-317.
7. Краснов А.Н. Моделирование течения природного газа в теплообменных трубах аппаратов воздушного охлаждения / Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2017. Т. 1. С. 205-210.
8. Солодов А.П. Электронный курс по теплопроводности. URL: [http://twt.mpei.ac.ru/solodov/hmt-ebook\\_2009/E\\_book\\_HMT.htm](http://twt.mpei.ac.ru/solodov/hmt-ebook_2009/E_book_HMT.htm).
9. Скил Р. Д., Берзиньш М. Метод для пространственной дискретизации параболических уравнений в одной пространственной переменной / ОППМ Научный журнал. 1990. № 11. P. 32 – 39.
10. Ванчин А.Г. Расчёт работы узла воздушного охлаждения газа в условиях компрессорной станции магистрального трубопровода / Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2013. № 3. P. 164 – 172.



№22 2021

**Annali d'Italia**

**VOL. 1**

ISSN 3572-2436

The journal is registered and published in Italy.  
Articles are accepted each month.  
Frequency: 12 issues per year.  
Format - A4 All articles are reviewed  
Free access to the electronic version of journal

**Chief editor:** Cecilia Di Giovanni

**Managing editor:** Giorgio Bini

- Hoch Andreas MD, Ph.D, Professor Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy (Munich, Germany)
- Nelson Barnard Ph.D (Historical Sciences), Professor (Malmö, Sweden)
- Roberto Lucia Ph.D (Biological Sciences), Department Molecular Biology and Biotechnology (Florence, Italy)
- Havlíčková Tereza Ph.D (Technical Science), Professor, Faculty of Mechatronics and Interdisciplinary Engineering Studies (Liberec, Czech Republic)
- Testa Vito Ph.D, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods (Rome, Italy)
- Koshelev Andrey Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Faculty of Philology and Journalism (Kiev, Ukraine)
- Nikonov Petr Doctor of Law, Professor, Department of Criminal Law (Moscow, Russia)
- Bonnet Nathalie Ph.D (Pedagogical Sciences), Faculty of Education and Psychology (Lille, France)
- Rubio David Ph.D, Professor, Department of Philosophy and History (Barcelona, Spain)
- Dziejcz Stanisław Ph.D, Professor, Faculty of Social Sciences (Warsaw, Poland)
- Hauer Bertold Ph.D (Economics), Professor, Department of Economics (Salzburg, Austria)
- Szczepańska Janina Ph.D, Department of Chemistry (Wrocław, Poland)
- Fomichev Vladimir Candidate of Pharmaceutical Sciences, Department of Clinical Pharmacy and Clinical Pharmacology (Vinnytsia, Ukraine)
- Tkachenko Oleg Doctor of Psychology, Associate Professor (Kiev, Ukraine)

and other experts

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal. Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

500 copies

Annali d'Italia

50134, Via Carlo Pisacane, 10, Florence, Italy

email: [info@anditalia.com](mailto:info@anditalia.com)

site: <https://www.anditalia.com/>